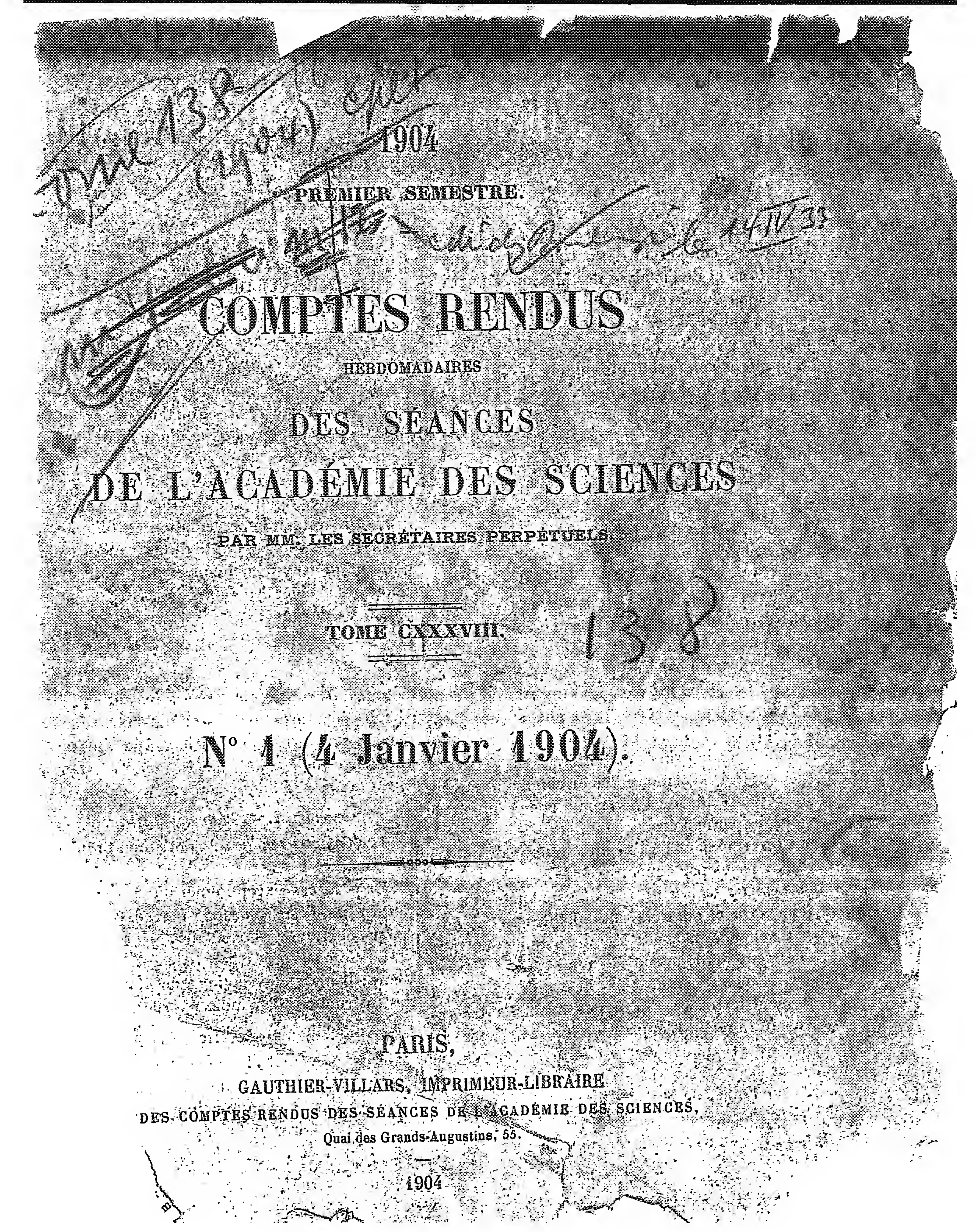


1904

PREMIER SEMESTRE.

COMPTES RENDUS

HEBDOMADAIRES

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES

PAR MM. LES SECRÉTAIRES PERPÉTUELS.

TOME CXXXVIII.

N° 1 (4 Janvier 1904).

PARIS,

GAUTHIER-VILLARS, IMPRIMEUR-LIBRAIRE

DES COMPTES RENDUS DES SÉANCES DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES,

Quai des Grands-Augustins, 55.

1904

RÈGLEMENT RELATIF AUX COMPTES RENDUS,

ADOPTÉ DANS LES SÉANCES DES 23 JUIN 1862 ET 24 MAI 1875.

Les *Comptes rendus hebdomadaires des séances de l'Académie* se composent des extraits des travaux de ses Membres et de l'analyse des Mémoires ou Notes présentés par des savants étrangers à l'Académie.

Chaque cahier ou numéro des *Comptes rendus* a 48 pages ou 6 feuilles en moyenne.

26 numéros composent un volume.

Il y a deux volumes par année.

ARTICLE 1er. — *Impression des travaux de l'Académie.*

Les extraits des Mémoires présentés par un Membre ou par un Associé étranger de l'Académie comprennent au plus 6 pages par numéro.

Un Membre de l'Académie ne peut donner aux *Comptes rendus* plus de 50 pages par année.

Les communications verbales ne sont mentionnées dans les *Comptes rendus*, qu'autant qu'une rédaction écrite par leur auteur a été remise, séance tenante, aux Secrétaires.

Les Rapports ordinaires sont soumis à la même limite que les Mémoires; mais ils ne sont pas compris dans les 50 pages accordées à chaque Membre.

Les Rapports et Instructions demandés par le Gouvernement sont imprimés en entier.

Les extraits des Mémoires lus ou communiqués par les correspondants de l'Académie comprennent au plus 4 pages par numéro.

Un Correspondant de l'Académie ne peut donner plus de 32 pages par année.

Dans les *Comptes rendus*, on ne reproduit pas les discussions verbales qui s'élèvent dans le sein de l'Académie; cependant, si les Membres qui y ont pris part désirent qu'il en soit fait mention, ils doivent rédiger, séance tenante, des Notes sommaires, dont ils donnent lecture à l'Académie avant de les remettre au Bureau. L'impression de ces Notes ne préjudicie en rien aux droits qu'ont ces Membres de lire, dans les séances suivantes, des Notes ou Mémoires sur l'objet de leur discussion.

Les Programmes des prix proposés par l'Académie sont imprimés dans les *Comptes rendus*, mais les Rapports relatifs aux prix décernés ne le sont qu'autant que l'Académie l'aura décidé.

Les Notices ou Discours prononcés en séance publique ne font pas partie des *Comptes rendus*.

ARTICLE 2. — *Impression des travaux des Savants étrangers à l'Académie.*

Les Mémoires lus ou présentés par des personnes qui ne sont pas Membres ou Correspondants de l'Académie peuvent être l'objet d'une analyse ou d'un résumé qui ne dépasse pas 3 pages.

Les Membres qui présentent ces Mémoires sont tenus de les réduire au nombre de pages requis. Le Membre qui fait la présentation est toujours nommé; mais les Secrétaires ont le droit de réduire cet Extrait autant qu'ils le jugent convenable, comme ils le font pour les articles ordinaires de la correspondance officielle de l'Académie.

ARTICLE 3.

Le *bon à tirer* de chaque Membre doit être remis à l'imprimerie le mercredi au soir, ou, au plus tard, le jeudi à 10 heures du matin; faute d'être remis à temps, le titre seul du Mémoire est inséré dans le *Compte rendu* actuel, et l'extrait est renvoyé au *Compte rendu* suivant, et mis à la fin du cahier.

ARTICLE 4. — *Planches et tirage à part.*

Les *Comptes rendus* n'ont pas de planches.

Le tirage à part des articles est aux frais des auteurs; il n'y a d'exception que pour les Rapports et les Instructions demandés par le Gouvernement.

ARTICLE 5.

Tous les six mois, la Commission administrative fait un Rapport sur la situation des *Comptes rendus* après l'impression de chaque volume.

Les Secrétaires sont chargés de l'exécution du présent Règlement.

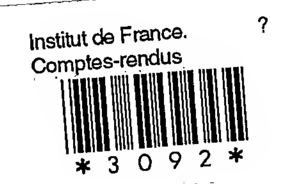
Les Savants étrangers à l'Académie qui désirent faire présenter leurs Mémoires par MM. les Secrétaires perpétuels sont priés de les déposer au Secrétariat au plus tard le Samedi qui précède la séance, avant 5h. Autrement la présentation sera remise à la séance suivante

COMPTES RENDUS

HEBDOMADAIRES

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.



PARIS. — IMPRIMERIE GAUTHIER-VILLARS, QUAI DES GRANDS-AUGUSTINS, 55.

COMPTES RENDUS

HEBDOMADAIRES

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES

PUBLIÉS,

CONFORMÉMENT A UNE DÉCISION DE L'ACADÉMIE

En date du 13 Juillet 1835,

PAR MM. LES SECRÉTAIRES PERPÉTUELS.

TOME CENT TRENTE-HUITIEME.

JANVIER — JUIN 1904.

PARIS,

GAUTHIER-VILLARS, IMPRIMEUR-LIBRAIRE

DES COMPTES RENDUS DES SÉANCES DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES,

Quai des Grands-Augustins, 55.

1904

ÉTAT DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES

AU 1er JANVIER 1904.

SCIENCES MATHÉMATIQUES.

SECTION Ire. — *Géométrie.*

Messieurs :

JORDAN (Marie-Ennemond-Camille) (O. ✻).
POINCARÉ (Jules-Henri) (C. ✻).
PICARD (Charles-Émile) (O. ✻).
APPELL (Paul-Émile) (O. ✻).
PAINLEVÉ (Paul) ✻.
HUMBERT (Marie-Georges) ✻.

SECTION II. — *Mécanique.*

LEVY (Maurice) (O. ✻).
BOUSSINESQ (Valentin-Joseph) (O. ✻).
DEPREZ (Marcel) (O. ✻).
SARRAU (Jacques-Rose-Ferdinand-Émile) (C. ✻).
LÉAUTÉ (Henry) (O. ✻).
SEBERT (Hippolyte) (C. ✻).

SECTION III. — *Astronomie.*

JANSSEN (Pierre-Jules-César) (C. ✻).
LŒWY (Maurice) (C. ✻).
WOLF (Charles-Joseph-Étienne) (O. ✻).
CALLANDREAU (Pierre-Jean-Octave) ✻.
RADAU (Jean-Charles-Rodolphe) ✻.
DESLANDRES (Henri-Alexandre) ✻.

SECTION IV. — *Géographie et Navigation.*

BOUQUET DE LA GRYE (Jean-Jacques-Anatole) (C. ✻).
GRANDIDIER (Alfred) (O. ✻).
BASSOT (Jean-Léon-Antonin) (C. ✻).
GUYOU (Émile) (O. ✻).
HATT (Philippe-Eugène) (O. ✻).
BERTIN (Louis-Émile) (C. ✻).

Section V. — *Physique générale.*

Messieurs :

Mascart (Éleuthère-Élie-Nicolas) (G. O. ✻).
Lippmann (Gabriel) (C. ✻).
Becquerel (Antoine-Henri) (O. ✻).
Potier (Alfred) (O. ✻).
Violle (Louis-Jules-Gabriel) (O. ✻).
Amagat (Émile-Hilaire) ✻.

SCIENCES PHYSIQUES.

Section VI. — *Chimie.*

Troost (Louis-Joseph) (C. ✻).
Gautier (Émile-Justin-Armand) (O. ✻).
Moissan (Henri) (C. ✻).
Ditte (Alfred) (O. ✻).
Lemoine (Georges) (O. ✻).
Haller (Albin) (O. ✻).

Section VII. — *Minéralogie.*

Fouqué (Ferdinand-André) (O. ✻).
Gaudry (Jean-Albert) (C. ✻).
Bertrand (Marcel-Alexandre) (O. ✻).
Lévy (Auguste-Michel) (O. ✻).
Lapparent (Albert-Auguste de) ✻.
N. . . . .

Section VIII. — *Botanique.*

Van Tieghem (Philippe-Édouard-Léon) (O. ✻).
Bornet (Jean-Baptiste-Édouard) (O. ✻).
Guignard (Jean-Louis-Léon) ✻.
Bonnier (Gaston-Eugène-Marie) ✻.
Prillieux (Édouard-Ernest) (O. ✻).
Zeiller (Charles-René) (O. ✻).

Section IX. — *Économie rurale.*

Messieurs :

SCHLŒSING (Jean-Jacques-Théophile) (C. ✻).
CHAUVEAU (Jean-Baptiste-Auguste) (C. ✻).
DUCLAUX (Pierre-Émile) (C. ✻).
MUNTZ (Charles-Achille) (O. ✻).
ROUX (Pierre-Paul-Émile) (C. ✻).
SCHLŒSING (Alphonse-Théophile) ✻.

Section X. — *Anatomie et Zoologie.*

RANVIER (Louis-Antoine) (O. ✻).
PERRIER (Jean-Octave-Edmond) (O. ✻).
CHATIN (Joannès-Charles-Melchior) ✻.
GIARD (Alfred-Mathieu) ✻.
DELAGE (Marie-Yves) ✻.
BOUVIER (Louis-Eugène) ✻.

Section XI. — *Médecine et Chirurgie.*

MAREY (Étienne-Jules) (C. ✻).
BOUCHARD (Charles-Jacques) (C. ✻).
GUYON (Jean-Casimir-Félix) (O. ✻).
ARSONVAL (Arsène D') (O. ✻).
LANNELONGUE (Odilon-Marc) (C. ✻).
LAVERAN (Charles-Louis-Alphonse) (O. ✻).

SECRÉTAIRES PERPÉTUELS.

DARBOUX (Jean-Gaston) (C. ✻), pour les Sciences mathématiques.
BERTHELOT (Marcelin-Pierre-Eugène) (G. C. ✻), pour les Sciences physiques.

ACADÉMICIENS LIBRES.

Messieurs :

FREYCINET (Charles-Louis DE SAULSES DE) (O. ✱).
HATON DE LA GOUPILLIÈRE (Julien-Napoléon) (G. O. ✱).
CAILLETET (Louis-Paul) (O. ✱).
BISCHOFFSHEIM (Raphaël-Louis) ✱.
BROUARDEL (Paul-Camille-Hippolyte) (G. O. ✱).
LAUSSEDAT (Aimé) (G. O. ✱).
CARNOT (Marie-Adolphe) (C. ✱).
ROUCHÉ (Eugène) (O. ✱).
PICARD (Alfred-Maurice) (G. C. ✱).
LABBÉ (Léon) (O. ✱).

ASSOCIÉS ÉTRANGERS.

KELVIN (Sir William THOMSON, Lord) à Glasgow (G. O. ✱).
LISTER (Lord), à Londres.
NEWCOMB (Simon) (O. ✱), à Washington.
SUESS (Édouard), à Vienne.
HOOKER (Sir Joseph-Dalton), à Kew.
SCHIAPARELLI (Jean-Virginus), à Milan.
KOCH (Robert), à Berlin.
N. . . . .

CORRESPONDANTS.

SCIENCES MATHÉMATIQUES.

SECTION Ire. — *Géométrie* (10).

SALMON (George), à Dublin.
SCHWARZ (Hermann-Amandus), à Grünewald, près Berlin.
KLEIN (Félix), à Gœttingue.
MÉRAY (Hugues-Charles-Robert) (O. ✱), à Dijon.
ZEUTHEN (Hieronymus-Georg), à Copenhague.

Messieurs :

MITTAG-LEFFLER (Magnus-Gustaf) (O. ✻), à Stockholm.
DEDEKIND (Julius-Wilhelm-Richard), à Brunswick.
NŒTHER (Max), à Erlangen.
N.. . . . .
N.. . . . .

SECTION II. — *Mécanique* (10).

SIRE (Georges-Étienne) ✻, à Besançon.
CONSIDÈRE (Armand-Gabriel) (O. ✻), à Quimper.
AMSLER (Jacob), à Schaffhouse.
VALLIER (Frédéric-Marie-Emmanuel) (O. ✻), à Versailles.
BOLTZMANN (Louis), à Vienne.
DWELSHAUVERS-DERY (Victor-Auguste-Ernest) ✻, à Liége.
BAZIN (Henry-Émile) (O. ✻), à Chenôve (Côte-d'Or).
DUHEM (Pierre), à Bordeaux.
ZEUNER (Gustav-Anton), à Dresde.
N.. . . . .

SECTION III. — *Astronomie* (16).

STRUVE (Otto-Wilhelm) (G. O. ✻), à Carlsruhe.
LOCKYER (Sir Joseph-Norman), à Londres.
HUGGINS (Sir William), à Londres.
STEPHAN (Jean-Marie-Édouard) (O. ✻), à Marseille.
HALL (Asaph) ✻, à Washington.
LANGLEY (Samuel-Pierpont), à Washington.
AUWERS (Arthur), à Berlin.
RAYET (Georges-Antoine-Pons) (O. ✻), à Bordeaux.
PERROTIN (Henri-Joseph-Anastase) ✻, à Nice.
BACKLUND (Oskar), à Poulkova.
GILL (Sir David), au Cap de Bonne-Espérance.
BAKHUYZEN (VAN DE SANDE) (O. ✻), à Leyde.
CHRISTIE (William-Henry), à Greenwich (Angleterre).
ANDRÉ (Charles-Louis-François) ✻, à l'Observatoire de Lyon.
BAILLAUD (Édouard-Benjamin) (O. ✻), à l'Observatoire de Toulouse.
HILL (George-William), à West-Nyack.

Section IV. — *Géographie et Navigation* (10).

Messieurs :

TEFFÉ (le baron DE), à Rio-de-Janeiro.
GRIMALDI (Albert-Honoré-Charles) (G. C. ✻), prince souverain de Monaco, à Monaco.
NANSEN (Fridtjof) (C. ✻), à Bergen (Norvège).
HELMERT (Frédéric-Robert), à Potsdam.
COLIN (le R. P. Édouard-Élie), à Tananarive.
GALLIENI (Joseph-Simon) (G. O. ✻), à Saint-Raphaël (Var).
BIENAYMÉ (Arthur-François-Alphonse), à Toulon.
NORMAND (Jacques-Augustin) (O. ✻), au Havre.
DAVIDSON (George), à San-Francisco.
OUDEMANS (Jean-Abraham-Chrétien), à Utrecht.

Section V. — *Physique générale* (10).

CROVA (André-Prosper-Paul) (O. ✻), à Montpellier.
RAYLEIGH (John-William STRUTT, Lord) (O. ✻), à Essex.
BICHAT (Ernest-Adolphe) (O. ✻), à Nancy.
BLONDLOT (René-Prosper) ✻, à Nancy.
HITTORF (Wilhem), à Munster (Prusse).
VAN DER WAALS (Johannes-Diderik), à Amsterdam.
MICHELSON (Albert-A.), à Chicago.
GOUY (Georges-Louis), à Lyon.
BENOIT (Justin-Miranda-René) ✻, à Sèvres.
LORENTZ (Hendrik-Anton), à Leyde.

SCIENCES PHYSIQUES.

Section VI. — *Chimie* (10).

WILLIAMSON (Alexander-William), à Londres.
LECOQ DE BOISBAUDRAN (Paul-Émile dit François) ✻, à Cognac.
BAEYER (Adolf VON), à Munich.
ROSCOÉ (Sir Henry-Enfield) (O. ✻), à Londres.
CANNIZZARO (Stanislas) (O. ✻), à Rome.
RAMSAY (William) (O. ✻), à Londres.
MENDELEEF (Dmitry-Iwanowitch), à Saint-Pétersbourg.

Messieurs :

FISCHER (Émile), à Berlin.
SABATIER (Paul), à Toulouse.
FORCRAND (Hippolyte-Robert DE), à Montpellier.

SECTION VII. — *Minéralogie* (10).

GOSSELET (Jules-Auguste-Alexandre) ✻, à Lille.
GEIKIE (Sir Archibald), à Londres.
RICHTHOFEN (Ferdinand, baron DE), à Berlin.
TSCHERMAK (Gustav), à Vienne.
DEPÉRET (Charles-Jean-Julien) ✻, à Lyon.
ROSENBUSCH (Harry), à Heidelberg.
PERON (Pierre-Alphonse) (C. ✻), à Auxerre.
ZITTEL (Karl VON), à Munich.
OEHLERT (Daniel) ✻, à Laval.
KLEIN (Johann-Friedrich-Carl), à Berlin.

SECTION VIII. — *Botanique* (10).

CLOS (Dominique) ✻, à Toulouse.
GRAND'EURY (François-Cyrille) ✻, à Saint-Étienne.
MASTERS (Maxwel-Tylden), à Londres.
TREUB (Melchior) ✻, à Buitenzorg, près Batavia (Java).
SCHWENDENER (Simon), à Berlin.
PFEFFER (Wilhelm-Friedrich-Philipp), à Leipzig.
STRASBURGER (Édouard), à Bonn.
N. . . . .
N. . . . .
N. . . . .

SECTION IX. — *Économie rurale* (10).

HOUZEAU (Auguste) (O. ✻), à Rouen.
ARLOING (Saturnin) (O. ✻), à Lyon.
PAGNOUL (Aimé), à Arras.
GAYON (Léonard-Ulysse) (O. ✻), à Bordeaux.
KUEHN (Julius), à Halle.

Messieurs :

WINOGRADSKI (Serge), à Saint-Pétersbourg.
YERMOLOFF (Alexis) (C. ✻), à Saint-Pétersbourg.
LAURENT (Émile), à Gembloux.
N. . . . .
N. . . . .

SECTION X. — *Anatomie et Zoologie* (10).

AGASSIZ (Alexandre) (O. ✻), à Cambridge (États-Unis).
FABRE (Jean-Henri) ✻, à Sérignan (Vaucluse).
SABATIER (Armand) (O. ✻), à Montpellier.
RETZIUS (Gustave), à Stockholm.
BERGH (Ludwig-Rudolph-Sophus), à Copenhague.
LANKESTER (Edwin-Ray), à Londres.
LORTET (Louis) (O. ✻), à Lyon.
MAUPAS (Émile-François), à Alger.
VAN BENEDEN (Édouard), à Liége.
N. . . . .

SECTION XI. — *Médecine et Chirurgie* (10).

LÉPINE (Jacques-Raphaël) (O. ✻), à Lyon.
HERRGOTT (François-Joseph) (O. ✻), à Nancy.
ENGELMANN (Théodor-Wilhelm), à Berlin.
LEYDEN (Ernst VON), à Berlin.
MOSSO (Angelo), à Turin.
BURDON-SANDERSON (Sir John), à Oxford.
ZAMBACO (Démétrius-Alexandre) (O. ✻), à Constantinople.
CZERNY (Vincent-Joseph), à Heidelberg.
BACCELLI (Guido), à Rome.
N. . . . .

COMPTES RENDUS

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 4 JANVIER 1904,

PRÉSIDENCE DE M. MASCART.

M. Albert Gaudry, Président sortant, fait connaître à l'Académie l'état où se trouve l'impression des Recueils qu'elle publie, et les changements survenus parmi les Membres et les Correspondants pendant le cours de l'année 1903.

État de l'impression des Recueils de l'Académie au 1er janvier 1904.

Volumes publiés.

Comptes rendus des séances de l'Académie. — Le Tome CXXXIV (1er semestre 1902) et le Tome CXXXV (2e semestre 1902) ont paru avec leurs Tables.

Les numéros de l'année 1903 ont été mis en distribution, chaque semaine, avec la régularité habituelle.

Mémoires de l'Académie. — Le Tome XLVI a été mis en distribution au

mois d'octobre 1903, ce Volume comprend un seul Mémoire intitulé : « Recherches sur une propriété nouvelle de la matière, activité radiante spontanée ou radioactivité de la matière », par Henri Becquerel.

Changements survenus parmi les Membres depuis le 1er janvier 1903.

Membres décédés.

Section de Géographie et Navigation : M. de **Bussy**, le 24 avril.
Section de Minéralogie : M. **Munier-Chalmas**, le 9 août.

Associé étranger décédé.

Sir **George-Gabriel Stokes**, à Cambridge, le 1er février.

Membres élus.

Section de Géographie et Navigation : M. **Bertin**, le 23 novembre, en remplacement de M. de Bussy, décédé.
Section de Minéralogie : M. **Munier-Chalmas**, le 25 mai, en remplacement de M. Hautefeuille, décédé.
Section d'Économie rurale : M. **A.-Th. Schlœsing**, le 9 mars, en remplacement de M. Dehérain, décédé.

Académicien libre élu.

M. **Labbé**, le 2 février, en remplacement de M. Damour, décédé.

Associé étranger élu.

M. **Koch**, à Berlin, le 23 février, en remplacement de M. Virchow, décédé.

Membres à remplacer.

Section de Minéralogie : M. **Munier-Chalmas**, décédé.

Associé étranger à remplacer.

Sir **George-Gabriel Stokes**, à Cambridge, décédé.

Changements survenus parmi les Correspondants depuis le 1er janvier 1903.

Correspondants décédés.

Section de Géométrie : M. **Cremona**, à Rome, le 10 juin; M. **Lipschitz**, à Bonn, le 7 octobre.

Section de Mécanique : M. **J.-Willard Gibbs**, à New-Haven (Connecticut), le 28 avril.

Section de Botanique : M. **Sirodot**, à Rennes, le 11 janvier.

Section d'Économie rurale : M. **Lechartier**, à Rennes, le 5 février.

Correspondants élus.

Section de Géométrie : M. **Nœther**, à Erlangen, le 27 avril.

Section d'Astronomie : M. **G.-W. Hill**, à West-Nyack, le 16 novembre.

Section de Physique générale : M. **Benoit**, à Sèvres, le 16 juin; M. **Lorentz**, à Leyde, le 8 juin.

Section de Chimie : M. **de Forcrand**, à Montpellier, le 30 mars.

Section de Médecine et Chirurgie : M. **Baccelli**, à Rome, le 20 juillet.

Correspondants à remplacer.

Section de Géométrie : M. **Cremona**, à Rome, décédé le 10 juin 1903; M. **Lipschitz**, à Bonn, décédé le 7 octobre 1903.

Section de Mécanique : M. **J.-W. Gibbs**, à New-Haven (Connecticut), décédé le 28 avril 1903.

Section de Botanique : M. **Agardh**, à Lund, décédé le 17 janvier 1901; M. **Millardet**, à Bordeaux, décédé le 14 décembre 1902; M. **Sirodot**, à Rennes, décédé le 11 janvier 1903.

Section d'Économie rurale : Sir **Joseph Gilbert**, à Rothamsted, Saint-Albans-Station, décédé le 23 décembre 1901; M. **Lechartier**, à Rennes, décédé le 5 février 1903.

Section d'Anatomie et Zoologie : M. **Kowalevski**, à Saint-Pétersbourg, décédé le 22 novembre 1901.

Section de Médecine et Chirurgie : M. **Laveran**, à Lille, élu Membre de la Section de Médecine et Chirurgie, le 20 mai 1901.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

CHIMIE VÉGÉTALE. — *Recherches sur l'émission de la vapeur d'eau par les plantes et sur leur dessiccation spontanée.* Note de M. **Berthelot**.

I.

« Les échanges qui ont lieu entre les plantes et l'atmosphère, et particulièrement ceux relatifs à l'oxygène, à l'acide carbonique et à la vapeur d'eau, ont fixé de tout temps l'attention des chimistes et des physiologistes; nous venons y apporter de nouvelles contributions, sur divers points spéciaux qui offrent à la fois un intérêt théorique, sous le rapport des conditions de réversibilité compatibles avec la vie des plantes, et un intérêt pratique, au point de vue de la conservation des produits agricoles, fourrages et légumes, destinés à l'alimentation de l'homme et des animaux. Le présent Mémoire concerne la dessiccation des graminées des prairies. Nous avons opéré sur des herbes appartenant au groupe *Festuca*. Les plantes mises en expérience étaient des regains de prairies, non encore parvenus à l'état d'épis et récoltés le 21 juillet 1903. Savoir :

» 1° et 2° Un pied de *Festuca*, tiré du sol avec précaution et séparé aussitôt et rapidement en deux portions : parties vertes (tiges et feuilles) et racines, celles-ci débarrassées de terre;

» 3° Même espèce; pied complet, pris à côté du précédent;

» 4° Autre pied, réuni avec sa motte de terre ameublie;

» 5° Échantillon de la même terre.

» Tous ces échantillons ont été isolés et pesés aussi promptement que possible. Puis les objets 1°, 2° et 3° ont été suspendus librement dans l'air, au sein d'une chambre de laboratoire bien aérée et éclairée, mais non ensoleillée directement.

» Les échantillons 4° et 5° ont été placés chacun sur une large coupe, au même endroit.

» Chaque échantillon a été pesé, au décigramme, deux fois par jour, à deux intervalles inégaux, l'un de 6 à 7 heures environ, de 10^h du matin à 4^h du soir, par exemple; et l'autre de 16 à 18 heures environ, comprenant la nuit.

» La perte de poids résulte principalement de l'émission de la vapeur d'eau; faiblement compliquée par deux phénomènes accessoires et de signe opposé, l'émission (et la décomposition) de l'acide carbonique et la fixation (et l'émission) de l'oxygène : phénomènes dont on peut évaluer l'ordre de grandeur total, d'après les expériences que j'ai publiées antérieurement sur la production de l'acide carbonique et l'absorption de l'oxygène par les feuilles, et spécialement par les feuilles du blé. (*Chimie agricole et végétale*, t. III, p. 344 à 356.)

» Par exemple, la variation attribuable à ces actions accessoires ne surpasserait pas 1,7 pour 100 du poids de la plante fraîche, graminée telle que le blé.

» Pour achever de définir les conditions des essais présents, il convient d'ajouter que la température de la chambre, où les plantes étaient placées et où l'air circulait aisément, s'est maintenue entre 18° et 20° le jour, pendant la durée des essais. Le degré hygrométrique de l'air y a peu varié, sans demeurer constant, ni atteindre la saturation. Enfin, la dessiccation de la plante s'est arrêtée en moins d'une semaine, vers une limite à peu près fixe pendant les deux semaines suivantes; elle était, d'ailleurs, comparable à celle du foin d'une prairie, coupé par les faucheurs et conservé, sans entassement, en plein air.

» On a pris soin de déterminer la dose d'eau encore retenue à la température ordinaire, après l'épreuve précédente, en achevant dans une étuve à 110° la dessiccation d'échantillons prélevés sur les matières expérimentées.

II.

» Plante totale mise en expérience, 367^g; partagée en tiges + feuilles :

82^g, soit 22,35 centièmes,

et racines :

285^g, soit 77,65 centièmes.

Tableau I. — *Pertes de poids successives de l'ensemble : tige et feuilles* (82g).

Dates.	Durée.	Intervalle.	Perte de poids en centièmes.	Pertes rapportées à 22,35.
21 juillet. A partir de..	11h,53			
		5h,75		
	5,75		19,1	(4,3)
22 »	21, 6		38,9	(8,7)
		8, 4		
22 »	30, 0		44,5	(9,95)
		15, 7		
23 »	45, 7		50,5	(11,3)
		8, 1		
23 »	53, 8		52,9	(11,9)
		16, 3		
24 »	70, 1		55,9	(12,6)
		7, 2		
24 »	77, 3		57,1	(12,8)
		17, 9		
25 »	95, 2		58,25	(13,0)
		6, 8		
25 »	102, 0		58,7	(13,1)
		17, 0		
26 »	119, 0		58,2	(13,0)
26 »	»	28, 0		
27 »	147, 0		58,9	(13,2)
27 »	»	18, 0		
28 »	165, 0		57,5	»
		8, 0		
28 »	173, 0		57,0	»
12 août	554, 0		59,7	»

Limite admise à, froid .... 58,9 ..... (13,2)
Perte nouvelle à 110° : 8,2 pour 100 du poids de la matière séchée à froid, soit 3,4
Perte totale .... 62,3 ..... (13,9)

On a donc : matière primitive 100
Matière séchée à froid 41,1
» à 110° 37,7

» L'examen de ce Tableau conduit à plusieurs conséquences intéressantes :

» 1° En premier lieu, la perte de poids tend vers une limite, presque atteinte dès le quatrième jour et qui demeure ensuite à peu près constante;

» 2° Elle éprouve cependant de légères oscillations, qui dépendent probablement de celles de l'état hygrométrique de l'atmosphère. La plante perd ou gagne encore; mais les différences ultérieures demeurent renfermées en des limites très resserrées, en raison de l'état de combinaison plus intime des dernières quantités d'eau avec les tissus et les principes immédiats divers contenus dans le végétal;

» 3° La plante, desséchée d'abord à la température ordinaire jusqu'à une limite presque fixe, a été trouvée susceptible de perdre ultérieurement à 110° les 8,2 centièmes du poids qu'elle conservait après la première opération. Il résulte de ces observations que l'*eau contenue au sein d'un végétal vivant s'y trouve sous deux états différents*. Dans l'un de ces états, l'eau possédé une tension considérable à froid; ce qui en détermine l'évaporation avec une vitesse à peu près constante, ainsi qu'il va être montré, et jusqu'à une limite où cette tension devient nulle, ou plutôt excessivement faible;

» 4° La dessiccation spontanée du foin des prairies, récolté dans les conditions agricoles, correspond à cette première limite, limite susceptible d'être atteinte en peu de jours, aux températures de l'été.

» 5° La dessiccation de la plante a lieu suivant une progression définie par les valeurs empiriques du Tableau précédent. Ces valeurs, reportées sur papier quadrillé, en prenant les temps comme ordonnées et les pertes de poids comme abscisses, fournissent une courbe caractéristique, limitée par une asymptote parallèle à l'axe des y et que l'on peut prendre comme répondant à la valeur $x = 58,9$.

» Soit A la valeur limite ainsi définie. Si l'on admet que la quantité d'eau perdue à chaque instant dx, pendant le temps dt, est proportionnelle à la quantité d'eau susceptible de s'éliminer à froid, $A - x$, qui existe à ce moment dans le végétal, on a la relation connue

$$\frac{dx}{(A-x)\,dt} = m,$$

relation qui conduit à une courbe logarithmique. Il n'est pas difficile de calculer la valeur de m, en prenant des valeurs empiriques convenables.

» Pour préciser davantage, et sans construire aucune formule théo-

rique, nous pourrons substituer les différences Δx à la différentielle dx, c'est-à-dire nous rendre un compte approché de la progression des pertes de poids, en calculant les pertes évaluées pour la durée d'une heure, pendant chacun des intervalles de temps consignés au Tableau et en divisant chacun de ces nombres par la valeur $A - x$, x étant supposé égal à la valeur moyenne de l'eau restante entre le commencement et la fin de cet intervalle.

Tableau I *bis*.

Intervalle de temps.	$-\frac{\Delta x}{A - x}$.
5,75 h	0,067
15,9	0,042
8,4	0,039
15,7	0,033
8,1	0,042
16,8	0,040
7,2	0,070
17,0	0,055

» On n'a pas prolongé plus loin ces calculs, les différences finales devenant trop petites et trop sujettes à être modifiées par les variations hygrométriques de l'atmosphère.

» D'après ce Tableau, la courbe serait à peu près régulière depuis la sixième heure jusque vers la soixante-dixième, époque où il ne reste plus que 3 centièmes à perdre.

» Vers la fin, qui répond à une partie comprise entre 56 et 59 centièmes, on est trop près de la limite pour que les influences perturbatrices, attribuables aux variations thermométriques et hygrométriques, puissent être négligées.

» Au début, la perte d'eau est plus forte que par la suite, pour une raison telle que l'existence d'un peu d'eau libre, condensée à la surface même du végétal et distincte de celle que renferment ses tissus.

» Ainsi la déperdition de l'eau, pendant la dessiccation spontanée des végétaux d'espèces comparables à ceux étudiés, obéit sensiblement à la loi

de proportionnalité signalée plus haut, loi qui est celle d'un *phénomène irréversible;* du moins tant qu'on oppose simplement la tension de la vapeur d'eau émise par une plante vivante avec la tension de la vapeur d'eau *non saturée* contenue dans l'atmosphère ambiante. Tout au plus le retour de la vapeur est-il susceptible de s'exercer à la dose de quelques millièmes, en oscillant autour d'une certaine limite, comme le montrent les observations précédentes. Il en serait autrement, si l'on faisait intervenir du dehors l'eau liquide; on reviendra tout à l'heure sur ce point.

» 6° Observons que l'emploi des courbes, dans la discussion des phénomènes chimiques de cette nature, comporte certaines réserves. En effet, au lieu de construire la courbe logarithmique, représentative de cette loi, il serait facile, comme je m'en suis assuré d'ailleurs, de calculer et de construire une courbe hyperbolique, qui représenterait les résultats observés, à peu près avec la même exactitude. Or cette dernière courbe répond, ainsi que je l'ai établi pour la première fois il y a 40 ans, dans mes recherches sur les équilibres chimiques, à la loi des équilibres existant entre deux réactions opposées et réversibles; tandis que la courbe logarithmique répond au contraire à la progression d'un phénomène non réversible.

» C'est là une remarque essentielle et très générale, trop souvent oubliée dans les spéculations de Chimie purement mathématiques. Les vérifications numériques, tirées de la coïncidence approchée d'un arc de courbe avec un certain nombre de valeurs théoriques, risquent d'être illusoires, si l'on n'a pas établi préalablement par des expériences effectives, d'ordre purement chimiques, la réversibilité des réactions.

» On a cru utile de développer avec quelques détails les observations relatives à la dessiccation des parties vertes d'une plante, parce que ces observations s'appliquent également aux Tableaux des observations faites sur les racines, sur la plante totale et sur la plante à racines immergées dans la terre; observations qu'il reste à exposer maintenant.

TABLEAU II. — *Pertes de poids : racines* (285^{g}).

» Les racines ont été nettoyées de terre avec soin, très rapidement après leur extraction du sol, mais sans aucun lavage.

Dates.	Durée.	Intervalle.	Pertes de poids en centièmes.	Pertes rapportées à 77,65.	$\frac{\Delta x}{A - x}$
	h cent.				
21 juillet 12h5m.....	5,70	..... 5,70	4,67	3,65	0,029
22 »	21,7	....	9,8	7,7	0,014
		 8,0			
22 »	29,7	....	12,1	9,3	0,015
23 »	45,8				
		 8,0			
23 »	53,7	....	13,7	10,6	0,024
		 16,3			
24 »	70,0	....	18,4	14,2	0,020
		 7,2			
24 »	77,2	....	21,9	17,0	0,032
		 18,0			
25 »	95,2	....	22,6?	17,5?	0,034
		 6,5			
25 »	101,7	....	26,9	20,9	0,063
		 17,9			
26 »	119,6	....	28,1	21,8	0,038
		 28,2			
27 »	147,8	....	29,3	22,7	0,072
12 août...........	552,2	....	30,6	23,75	»

Limite admise à froid................	30,6 cent.	(23,75)
Perte nouvelle à 110°, 7,04 pour 100 de la matière séchée à froid, soit....	4,9	
Perte totale	35,5	(27,56)

On a donc : Matière séchée à froid	69,4
» » à 110°.....	64,5

» 1° La racine de l'échantillon observé (*Festuca;* regain) représentait un poids brut plus que triple de celui de la partie extérieure verte (feuilles et tige).

» A l'état sec, à froid, ce rapport est encore accru, soit 53,9 : 9,2.

» De même avec l'objet séché à 110°, 50:8,4.

» Le poids de la matière sèche étant 6 fois plus grand dans la racine que dans les parties vertes, cette prépondérance relative est la conséquence de l'état d'hydratation, environ double de celui de la racine, sous un même poids dans la partie verte.

» Une semblable prépondérance de la racine n'existe pas dans d'autres espèces; elle joue certainement un rôle important dans la nutrition de la

plante actuelle, en tant que celle-ci a lieu avec le concours des matériaux du sol.

» 2° En comparant les Tableaux I et II, on constate à première vue que la perte de poids de la racine, c'est-à-dire l'évaporation de l'eau qu'elle renferme rapportée au même poids de matière (100), suit une marche plus lente que celle des portions vertes : ce qui s'explique en raison de cette circonstance que la racine présente, sous le même poids, une surface beaucoup plus petite que les feuilles de la plante. La perte de poids de la racine est quatre fois aussi lente à peu près, pendant les 54 premières heures : toutefois si l'on rapportait cette perte à un poids identique de chacune des deux fractions, l'eau évaporée dans ce temps représenterait à peu près le même poids absolu.

» 3° A cette époque, d'ailleurs, la dessiccation des parties vertes est presque complète (plus des $\frac{5}{6}$ de la limite); tandis que celle de la racine n'est pas encore arrivée à moitié. Aussi les parties vertes ont-elles atteint la limite de leur dessiccation à froid au bout d'une centaine d'heures; tandis que, pour les racines, elle n'était pas encore réalisée au bout de 160 heures. Cependant, la marche en est également asymptotique.

» 4° La dessiccation poursuivie pendant 22 jours, à froid, laissait, d'ailleurs, subsister une fraction centésimale d'eau éliminable à 110°; fraction presque identique dans les parties vertes (8,2 centièmes) et dans la racine (7,0).

» 5° En tous cas, ces observations conduisent à une même conclusion pour la racine et pour les feuilles, en ce qui touche les deux formes distinctes, sous lesquelles l'eau est retenue par la plante : savoir une fraction principale, éliminable à l'air libre par dessiccation spontanée à froid, et une fraction plus étroitement combinée, éliminable seulement à l'étuve, par une élévation plus considérable de température.

» 6° Les rapports $\frac{\Delta x}{A - x}$ observés avec les racines offrent une marche un peu différente de celle observée avec les parties vertes, aux mêmes époques. Cependant, au début, ils manifestent de même un maximum; sans doute à cause de la présence d'un excès d'eau à la surface. Mais ensuite ils diminuent; puis, au lieu de demeurer presque constants pendant un temps considérable, ils semblent éprouver un accroissement lent, presque régulier.

» 7° Si l'on construit la courbe caractéristique des pertes de poids de la racine, cette courbe paraît également tendre vers une asymptote, d'après les remarques précédentes. Mais, en raison de la variation plus accentuée

des Δx, ladite courbe, supposée logarithmique, devrait être d'une forme plus compliquée que celle qui répondrait à une simple proportionnalité entre la perte éprouvée à chaque instant et la quantité d'eau existante au même moment; dans le calcul, on serait obligé d'introduire un plus grand nombre de coefficients. Il en résulte que la réversibilité des phénomènes est sans doute soumise à des conditions plus compliquées, qui tiennent à la structure propre de la racine.

III.

» Passons à l'étude de la plante totale, feuilles, tiges et racines réunies, après avoir éliminé la terre adhérente, aussi bien et aussi rapidement que possible, mais sans aucun lavage. La plante sur laquelle on a opéré pesait 330^g,5. On a réduit les résultats en centièmes.

Tableau III.

Dates.	Durée.	Intervalle.	Perte de poids en centièmes.	$\frac{\Delta x}{A - x}$.
21 juillet 11^{h}45^m	5,83 (^{h} cent.)	5,83	6,8	0,039
		15,7		
22 »	21,5		15,4	0,025
		8,6		
22 »	30,1		18,7	0,023
		15,7		
23 »	45,8		23,3	0,022
		8,2		
23 »	54,0		25,4	0,027
		16,25		
24 »	70,25		27,9	0,023
		7,25		
24 »	77,5		29,3	0,042
		17,9		
25 »	95,4		31,2	0,032
		6,5		
25 »	101,9		32,0	
		17,7		
26 »	119,6		32,65	
		28,4		
27 »	148,0		33,5	
		18,6		
28 »	166,0		33,0	
		8,0		
28 »	174,0		33,0	
12 août	526		34,3	

Limite admise à froid	33,5
Perte nouvelle à 110° : 8,3 pour 100 du poids de la matière séchée à froid, soit	5,5
Perte totale	39,0

» On a donc :

Matière séchée à froid	66,5
A 110°	61,0

» 1° Les pertes centésimales de la plante totale, au début, représentent un peu moins de la moitié de celles des parties vertes, prises isolément; un peu plus à la fin, résultat conforme à ce que les Tableaux I et II permettaient de prévoir.

» 2° L'existence d'une limite de dessiccation à froid est nettement marquée, comme avec les parties vertes. Ce résultat devait être également prévu, l'évaporation plus active pour les parties vertes servant de régulatrice à celle des racines, qui leur restituent à mesure une portion de l'eau évaporée.

» 3° Il existe également deux états distincts de l'eau, l'un évaporable à froid, l'autre à chaud.

» 4° Les valeurs de $\frac{\Delta x}{A - x}$ accusent toujours un maximum initial; plus tard, elles suivent une marche assez régulière. Elles peuvent être représentées par une courbe logarithmique, c'est-à-dire qu'il y a proportionnalité sensible entre la quantité d'eau évaporée à chaque instant et la quantité d'eau actuellement présente et évaporable. La perte d'eau n'est donc pas réversible dans ces conditions, ainsi qu'il a été expliqué plus haut.

» Pour compléter cette étude, il paraît utile de comparer les résultats du Tableau III (plante totale), avec ceux des Tableaux I et II; en admettant que le rapport de poids entre les parties vertes et la racine dans la plante III, telle qu'elle a été tirée de terre (rapport qui n'a pas pu être déterminé, en raison de la nature même de l'expérience), soit le même que celui de la plante partagée en deux, pour les mesures des Tableaux I et II.

» On est autorisé à faire cette comparaison, parce que toutes les déterminations ont été exécutées parallèlement, dans le même lieu, les mêmes jours, et aux mêmes intervalles.

Tableau III. — *Perte de poids pendant la dessiccation à la température ordinaire.*

Dates.	Plante totale (100).	Tige et feuilles 22,35.		Racines + 77,65.		Somme = 100.
21 juillet	6,8	4,3	+	3,65	=	7,95
22 »	15,4	8,7	+	7,7	=	16,4
»	18,7	9,95	+	9,3	=	19,2
23 »	23,3	11,3	+	10,6	=	21,9
»	25,4	11,9	+	14,2	=	26,1
24 »	27,9	12,6	+	17,0	=	29,6
»	29,3	12,8	+	17,5	=	30,3
25 »	31,2	13,0	+	20,9	=	33,9
»	32,0	13,1	+	21,8	=	34,9
26 »	32,65	13,0	+	22,7	=	35,7
Limite à froid	33,5	13,2	+	23,7	=	36,9
Limite à 110°	39,0	13,9	+	27,6	=	41,5

» La concordance est aussi grande qu'on pouvait l'espérer, pour des échantillons qui ne sauraient être tout à fait identiques dans des essais de cette nature.

» Il en résulte que chacune des fractions isolées de la plante diminue de poids par dessiccation spontanée, avec une vitesse et suivant une proportion à peu près pareille, que lorsque ces fractions sont réunies dans un même ensemble, par les communications capillaires et autres entre les parties vertes et la racine.

IV.

» Pour compléter cette étude, on a examiné la dessiccation de la même plante, en laissant les racines entourées d'une certaine quantité de la terre où elle s'était développée. A cet effet, on détachait la terre, en l'ameublissant, de la motte adhérente : plante et terre étaient pesées séparément, puis on rassemblait la terre autour des racines et le tout était déposé dans une large capsule.

» En fait, la marche du phénomène ainsi observé est peu régulière, ainsi qu'on pouvait le craindre pour un système aussi hétérogène; la dessiccation de la plante et celle de la terre n'ayant pas lieu en vertu d'un même processus corrélatif. L'épaisseur de la couche de terre s'oppose d'ailleurs à une action uniforme, l'évaporation ne s'y produisant guère qu'à la surface. Sans reproduire les Tableaux complets, relatifs à ces trois

systèmes mis en expériences, il paraît cependant intéressant de comparer la somme des pertes de poids observées avec la terre et la plante séparées, avec les pertes observées sur l'ensemble; les expériences ayant eu lieu au même lieu et aux mêmes époques pour les trois systèmes, ainsi que pour les systèmes étudiés dans les paragraphes précédents.

TABLEAU IV.

» 1° Ensemble : Plante 298g,1 + terre 460g,5 = 758g,6 : c'est-à-dire plante 39,3, terre 60,7 pour 100;

» 2° Terre isolée 217g;

» 3° Plante isolée 330g,5 (voir Tableau III).

	Pertes de poids.					
Dates.	Plante + terre = 100.	Plante seule = 39,3.		Terre = 60,7.		
21 juillet	2,1	2,7	+	0,6	=	3,3
22 »	6,3	6,1	+	2,1	=	8,2
»	7,0	7,4	+	2,9	=	10,3
23 »	9,1	9,2	+	4,1	=	13,3
»	10,0	10,0	+	4,7	=	14,7
24 »	12,0	11,0	+	5,9	=	16,9
»	13,4	11,6	+	6,4	=	18,0
25 »	15,5	12,2	+	6,1	=	18,3
12 août	21,3	13,2	+	7,5	=	20,7

» On voit que la présence de la terre autour des racines ralentit notablement l'évaporation; ces racines retenant l'eau du sol, sans la transmettre immédiatement aux parties vertes. Cependant, l'écart ne surpasse pas le quart de la quantité d'eau totale, sauf aux premiers moments. Mais cet écart ne modifie guère la limite de la dessiccation, opérée à la température ordinaire dans les conditions des essais.

V.

» En résumé, la déperdition de l'eau et la dessiccation spontanée, à la température ordinaire, des végétaux de l'ordre de ceux étudiés dans le présent Mémoire, s'accomplissent en quelques jours et tendent vers une limite, suivant une loi de proportionnalité au poids de l'eau éliminable qui demeure à chaque instant dans la plante, Cette loi est celle d'un phénomène irréversible. Une autre fraction d'eau reste sensiblement fixée

dans la plante à la température ordinaire. Dans les conditions de temps observées, cette eau ne s'élimine guère que sous l'influence d'une température notablement plus élevée. On voit par là que la réversibilité des phénomènes d'hydratation dans les êtres vivants n'est pas simple; elle s'accomplit cependant constamment au cours de leur existence; mais elle est subordonnée à des mécanismes plus compliqués que ceux qui obéissent à des lois physico-chimiques simples. En effet, il résulte de ces observations que l'eau éliminée à froid ne peut plus être restituée à la plante, par le simple contact d'une atmosphère contenant de la vapeur d'eau non saturée.

» Cependant, tant que la perte ne dépasse pas certaines proportions et que la durée n'en est pas trop prolongée, l'expérience des horticulteurs montre que la plante conserve encore la faculté de reprendre l'eau perdue, sous l'influence des arrosages artificiels ou naturels (pluie); mais c'est à la condition de faire intervenir l'eau liquide, ou bien encore l'eau liquéfiable au contact de la plante dans une atmosphère saturée, comme il arrive lors du refroidissement nocturne qui détermine la précipitation de la rosée.

» L'eau liquide est d'ailleurs efficace, soit qu'elle soit déposée directement à la surface des feuilles, soit qu'elle mouille le sol, de façon à y être puisée ensuite par les racines, qui la transmettent aux parties extérieures du végétal : parties vertes dans les plantes phanérogames; parties blanches, grises ou diversement colorées dans les cryptogames.

» Ainsi la réversibilité d'hydratation entre les états d'une plante ayant subi un commencement de dessiccation et les états d'une plante saine ne s'exerce guère que si l'eau possède ou prend l'état liquide au contact de la plante; et elle est subordonnée à cette condition que les fonctions biologiques n'aient pas été altérées trop profondément, par suite des modifications chimiques apportées aux tissus vivants par une dessiccation poussée trop loin, ou trop prolongée. On voit que la réversibilité en question ne saurait être définie par une relation de proportion pondérale simple et unique; car elle dépend de la constitution physiologique et des réactions complexes exercées entre les matières qui forment les tissus des êtres vivants.

» Je poursuis l'étude de ces phénomènes et celle des limites au delà desquelles une plante desséchée cesse d'être susceptible de reviviscence, sur différentes espèces et dans différentes conditions de vitalité, déterminées par l'intervention des agents extérieurs et des substances introduites au sein de la terre et au sein des végétaux. Ces phénomènes sont égale-

ment intéressants pour les théories biologiques, d'ordre physico-chimique, et pour le développement et l'utilisation agricole et industrielle des récoltes de toute nature. »

HYDRODYNAMIQUE. — *Rationalité d'une loi expérimentale de M. Parenty, pour l'écoulement des gaz par les orifices.* Note de M. **J. Boussinesq**.

« I. On sait que, dès 1839, de Saint-Venant et Wantzel ont constaté (1), dans l'écoulement de l'air à travers des orifices non capillaires, sous de fortes différences de pression, un mode de détente sensiblement identique à celui que Laplace avait reconnu se produire dans les vibrations sonores et que l'on a appelé depuis *adiabatique*, mode où chaque particule gazeuse, changeant de volume sans gain ni perte de chaleur par sa surface, exerce une pression p proportionnelle à la puissance, ρ^n, de sa densité ρ, dont l'exposant n est le rapport (1,4 environ) des deux capacités calorifiques du gaz à pression constante et à volume constant. Ils avaient, de plus, en acceptant l'hypothèse d'une section contractée invariable σ, au voisinage de laquelle (un peu après l'orifice) la *veine* pourrait être censée cylindrique sur une très petite longueur, démontré que le débit atteignait sa plus forte valeur possible dès que la pression d'*aval*, alors transmise à cette section σ, s'abaissait aux 53 centièmes environ de la pression p_0 d'*amont*, et constaté que, dès lors, l'écoulement se maintient invariable, ou ne dépend plus des abaissements ultérieurs de la pression dans le réservoir d'aval; d'où ils avaient conclu la non-propagation de ces abaissements jusqu'à la section contractée.

» En 1886, Hugoniot (2) a complété l'explication élémentaire de cette absence de propagation, en observant que la vitesse d'écoulement qui fournit le débit maximum égale précisément celle de propagation du son dans les tranches constituant la petite partie cylindrique de la veine; en sorte que l'onde *ascendante* qui tend à y propager, vers la section contractée, tout petit abaissement ultérieur de la pression d'aval, est emportée, avec

(1) *Mémoire et expériences sur l'écoulement de l'air, déterminé par des différences de pression considérables* (*Journal de l'École Polytechnique*, XXVIIe Cahier, 1839).

(2) *Sur l'écoulement des fluides élastiques* (*Comptes rendus*, t. CIII, 20 décembre 1886, p. 1253).

la veine même, aussi vite qu'elle y progresse et ne parvient plus jusqu'à la section contractée.

» II. Le principe de D. Bernoulli donne, dans cette question, pour la vitesse V d'écoulement à travers la section contractée σ où la pression est p et la densité ρ, vitesse due à l'abaissement $p_0 - p$ de la pression, à partir du réservoir d'amont (où la densité est ρ_0), la formule

$$(1)\quad \begin{cases} \dfrac{V^2}{2} = \displaystyle\int_p^{p_0} \frac{dp}{\rho} = \frac{p_0}{\rho_0^n} \int_{p=p}^{p=p_0} \frac{d.\rho^n}{\rho} = \frac{p_0}{\rho_0}\,\frac{n}{n-1}\left[1 - \left(\frac{\rho}{\rho_0}\right)^{n-1}\right] \\ \quad = \dfrac{p_0}{\rho_0}\,\dfrac{n}{n-1}\left[1 - \left(\dfrac{p}{p_0}\right)^{\frac{n-1}{n}}\right]. \end{cases}$$

» Le carré de la masse gazeuse débitée dans l'unité de temps, égal, par unité d'aire de la section contractée, au produit $\rho^2 V^2$ ou $\rho_0^2 \left(\frac{p}{p_0}\right)^{\frac{2}{n}} V^2$, est, dès lors,

$$(2)\quad 2 p_0 \rho_0 \frac{n}{n-1}\left[\left(\frac{p}{p_0}\right)^{\frac{2}{n}} - \left(\frac{p}{p_0}\right)^{\frac{n+1}{n}}\right].$$

» Et son maximum correspond au rapport $\frac{p}{p_0}$ qui annule la dérivée en p de ce carré, savoir, à

$$(3)\quad \frac{p}{p_0} = \left(\frac{2}{n+1}\right)^{\frac{n}{n-1}}.$$

» En y substituant 1, 4 ou $\frac{7}{5}$ à n, il vient donc, pour le rapport spécial de la pression p d'aval à celle d'amont p_0, au-dessous duquel l'écoulement devient invariable, par suite de la non-transmission jusqu'à σ des abaissements ultérieurs de cette pression p,

$$(4)\quad \frac{p}{p_0} = \left(\frac{5}{6}\right)^{\frac{7}{2}} = 0{,}5283.$$

» Donc, jusqu'à ce que ce maximum soit atteint, *le débit, par unité d'aire de la section contractée,* sera la racine carrée de l'expression (2), où p désignera la pression *donnée* s'exerçant dans le réservoir d'aval; et, divisé par ρ_0, ou *réduit en volume de gaz à la pression* p_0 *du réservoir d'amont,*

il vaudra

$$\sqrt{2\frac{p_0}{\rho_0}}\sqrt{\frac{n}{n-1}\left[\left(\frac{p}{p_0}\right)^{\frac{2}{n}}-\left(\frac{p}{p_0}\right)^{\frac{n+1}{n}}\right]}.$$

» On peut l'écrire, par analogie avec la formule usuelle de l'écoulement des liquides,

$$K\sqrt{2gh_0},$$

si l'on appelle h_0 la hauteur $\frac{p_0}{\rho_0 g}$ de gaz, à la pression p_0, qui produirait statiquement cette pression, et si l'on pose

$$(5)\qquad K=\sqrt{\frac{n}{n-1}\left[\left(\frac{p}{p_0}\right)^{\frac{2}{n}}-\left(\frac{p}{p_0}\right)^{\frac{n+1}{n}}\right]}.$$

» Introduisons dans l'expression de K, au lieu du rapport $\frac{p}{p_0}$ des deux pressions d'aval et d'amont, la *détente relative* correspondante

$$\Delta=\frac{p_0-p}{p_0}$$

du gaz ; et nous aurons ce qu'on peut appeler le *coefficient théorique du débit par unité d'aire de la section contractée :*

$$(6)\qquad K=\sqrt{\frac{n}{n-1}\left[(1-\Delta)^{\frac{2}{n}}-(1-\Delta)^{\frac{n+1}{n}}\right]}\quad (^1).$$

» III. Comme la détente Δ n'excédera pas la fraction $1-0{,}528\ldots$, soit 0,47 environ, les deux puissances $(1-\Delta)^{\frac{2}{n}}$, $(1-\Delta)^{\frac{n+1}{n}}$ peuvent être développées par la formule du binome, en séries assez rapidement convergentes. Elles donnent immédiatement, pour leur différence, le produit $\frac{n-1}{n}\Delta$ par la série

$$(7)\left\{\begin{aligned}&1-\frac{3}{2n}\Delta+\frac{7-5n}{2.3n^2}\Delta^2+\frac{(8-4n)(3n-2)-(n+1)(2n-1)}{2.3.4n^3}\Delta^3\\&+\frac{(8-4n)(3n-2)(4n-2)-(n+1)(2n-1)(3n-1)}{2.3.4.5n^4}\Delta^4\\&+\frac{(8-4n)(3n-2)(4n-2)(5n-2)-(n+1)(2n-1)(3n-1)(4n-1)}{2.3.4.5.6n^5}\Delta^5+\ldots\end{aligned}\right.$$

(1) Dans le cas d'un liquide, il faudrait faire ρ constant, ou n infini ; ce qui donnerait $K=\sqrt{\Delta}$, conformément à la formule usuelle de l'Hydraulique.

» On voit la loi générale de formation des termes non écrits explicitement.

» Dédoublons, dans tous les termes qui suivent les trois premiers écrits, le facteur $8 - 4n$ en $7 - 5n$ et $n + 1$. De plus, appelons ν, pour abréger, la différence $n - 1$; ce qui permettra de remplacer, au besoin, les facteurs $3n - 2$, $4n - 2$, $5n - 2$, ... par $2n - 1 + \nu$, $3n - 1 + \nu$, $4n - 1 + \nu$, ... Alors l'expression (7) deviendra

$$(8)\quad \left\{\begin{aligned} & 1 - \frac{3}{2n}\Delta + \frac{7-5n}{2.3n^2}\Delta^2\Big[1 + \frac{3n-2}{4n}\Delta + \frac{(3n-2)(4n-2)}{4.5n^2}\Delta^2 \\ & \qquad + \frac{(3n-2)(4n-2)(5n-2)}{4.5.6n^3}\Delta^3 + \ldots\Big] \\ & + \frac{n^2-1}{2.3.4n^3}\Delta^3\Big[1 + \frac{(2n-1+\nu)(3n-1+\nu)-(2n-1)(3n-1)}{5n\nu}\Delta \\ & \qquad + \frac{(2n-1+\nu)(3n-1+\nu)(4n-1+\nu)-(2n-1)(3n-1)(4n-1)}{5.6n^2\nu}\Delta^2 + \ldots\Big]. \end{aligned}\right.$$

» Elle comprend, outre ses deux premiers termes, deux séries distinctes ayant en facteur, l'une, $\frac{7-5n}{2.3n^2}\Delta^2$, l'autre, $\frac{n^2-1}{2.3.4n^3}\Delta^3$.

» Cela posé, attribuons à n sa valeur effective $\frac{7}{5}$ chez les gaz, valeur, pour le moins très approchée dans les cas de l'hydrogène, de l'air, etc., qui donne $7 - 5n = 0$. La première des deux séries disparaîtra; et la deuxième, affectée de son coefficient total dans (8), deviendra

$$(9)\qquad \frac{5\Delta^3}{7^3}\left(1 + \frac{27}{35}\Delta + \frac{27}{70}\Delta^2 + \frac{984}{7^4}\Delta^3 + \frac{5211}{7^5}\Delta^4 + \ldots\right).$$

» Mettons-y pour Δ son maximum 0,47; nous aurons, comme plus forte valeur possible de cette série,

$$0{,}00151 \times (1 + 0{,}363 + 0{,}085 + 0{,}043 + 0{,}015 + \ldots),$$

c'est-à-dire un quatre-centième à peine d'unité, alors que l'ensemble,

$$1 - \frac{3}{2n}\Delta,$$

des deux premiers termes de l'expression (8) est environ 0,504 ou 200 fois supérieur. Et comme il faudra extraire finalement la racine carrée de l'expression (8), pour en porter dans (6) la valeur multipliée par $\sqrt{\frac{n-1}{n}}\Delta$ et par $\sqrt{\frac{n}{n-1}}$, l'erreur relative, entraînée par la suppression de cette série

dans (8), se trouvera réduite de moitié et s'abaissera à un quatre-centième, bien au-dessous des erreurs d'observation.

» IV. Donc l'expression théorique (6) du coefficient K de débit équivaut *pratiquement*, du moins pour les gaz parfaits, à la formule très simple, *représentant l'ordonnée d'une ellipse presque circulaire* où Δ serait *l'abscisse*,

$$(10) \qquad K = \sqrt{\Delta\left(1 - \frac{3}{2n}\Delta\right)} = \sqrt{\Delta\left(1 - \frac{15}{14}\Delta\right)};$$

et celle-ci est applicable pour toutes les valeurs possibles de la détente Δ entre le réservoir d'amont et la section contractée, c'est-à-dire sur la longueur d'un quart d'ellipse, depuis $\Delta = 0$, jusqu'à $\Delta = 0,47$ environ.

L'approximation très suffisante de cette formule ressort de ce fait, qu'on en déduit une dérivée de K^2 en Δ s'annulant, ou rendant K maximum, pour $\Delta = \frac{7}{15} = 0,467$, alors que la valeur exacte serait

$$\Delta = 1 - 0,528\ldots = 0,471\ldots,$$

c'est-à-dire, *pratiquement*, la même chose, mais surtout, de ce que le maximum approché ainsi obtenu est $K = \sqrt{\frac{7}{30}} = 0,4830$, tandis que le maximum rigoureux de K est, d'après (3) et (5),

$$(11) \qquad \left(\frac{n}{n+1}\right)^{\frac{1}{2}}\left(\frac{2}{n+1}\right)^{\frac{1}{n-1}} = \frac{5^2\sqrt{70}}{2.6^3} = 0,4842,$$

c'est-à-dire plus grand d'environ sa quatre-centième partie seulement. On pouvait, d'ailleurs, s'y attendre, après l'évaluation donnée à la fin du n° III, qui indiquait déjà un pareil excédent, bien insensible, de la valeur exacte.

» V. C'est par un calcul précis de nombreux résultats d'observation, accompagné de la représentation graphique, au moyen d'une courbe qui s'est trouvée être le quart d'une ellipse presque circulaire, des valeurs de K en ressortant, que M. Henri Parenty a été conduit à la formule (10), dans la question de l'écoulement non seulement des gaz, mais aussi de la vapeur d'eau, sur laquelle il a fait beaucoup d'expériences [1]. On voit que, du

[1] *Comptes rendus de l'Académie des Sciences*, t. CXIII, p. 184; 27 juillet 1891. Voir aussi, aux *Annales des Mines* (novembre 1902), son Mémoire intitulé *Observations sur les expériences de M. Rateau concernant le débit de la vapeur et leur concordance avec les formules de M. Parenty*. Observons, toutefois, que M. Parenty fait varier dans une certaine mesure, en sens inverse du coefficient m de contraction,

moins pour les gaz, cette formule si simple n'est qu'une excellente réduction de l'ancienne et belle formule théorique due à de Saint-Venant et Wantzel. »

MÉMOIRES PRÉSENTÉS.

M. H. Baraduc demande l'ouverture d'un pli cacheté qu'il a déposé à l'Académie le 21 juin 1897 et dont le dépôt a été accepté.

Ce pli, inscrit sous le numéro 5927, est ouvert en séance par M. le Président. Il renferme « des recherches photographiques sur des irradiations de la vitalité humaine ».

(Renvoi à la Section de Médecine et de Chirurgie.)

M. Carl Huter adresse, à propos des récentes Communications de M. *Charpentier*, une réclamation de priorité relative à « des rayons lumineux du corps humain ».

(Renvoi à la Section de Médecine et de Chirurgie.)

CORRESPONDANCE.

M. le Secrétaire perpétuel signale, parmi les pièces imprimées de la Correspondance :

1° Le Tome IX des « OEuvres de Gauss » ;

2° Un Volume de MM. *Imbeaux, Hoc, Van Lint* et *Peter*, ayant pour titre : « Annuaire statistique et descriptif des distributions d'eau de France, Algérie et Tunisie, Belgique, Suisse et Luxembourg ». (Présenté par M. Brouardel, pour le concours Montyon de Médecine et Chirurgie.)

---

notre coefficient constant $\frac{3}{2n}$, de manière à corriger le mieux possible l'hypothèse imparfaite, qu'implique la théorie, d'une contraction invariable pour chaque dispositif d'orifice. C'est, naturellement, dans le cas d'un orifice bien évasé, ou de m très voisin de 1, que la théorie s'applique le mieux. Pour un orifice en mince paroi, il prend $m = 0,632$ et porte jusqu'à près de 2,2 notre coefficient $\frac{3}{2n}$.

MM. **Grandjean**, **Hilbert**, **Gy. de Istvanffi**, **R. Marquis**, **P. Picard**, **Regnault** adressent des remercîments à l'Académie pour les distinctions dont leurs travaux ont été l'objet dans la dernière séance publique.

PHYSIQUE MATHÉMATIQUE. — *La notion de travail appliquée à l'aimantation des cristaux.* Note de M. **Pierre Weiss**, présentée par M. E. Picard.

« L'étude de l'aimantation d'un cristal dans un champ magnétique comporte, abstraction faite des phénomènes d'hystérèse, la détermination de trois fonctions de trois variables, les trois composantes I_x, I_y, I_z, de l'intensité d'aimantation en fonction des trois composantes H_x, H_y, H_z du champ. Cette étude expérimentale se simplifie considérablement et une représentation intuitive des résultats, qui manquait jusqu'à présent, s'offre immédiatement à l'esprit quand on fait usage de la notion d'énergie.

» I. Supposons, pour fixer les idées, que l'on aimante l'unité de volume d'un corps en en approchant des aimants permanents. L'énergie dépensée sera

$$E = -\int I_x dH_x + I_y dH_y + I_z dH_z,$$

où chacune des quantités I_x, I_y, I_z est fonction de H_x, H_y, H_z. Dans cette intégration le point qui figure l'extrémité du vecteur H décrit une courbe allant de l'origine au point pour lequel on cherche l'énergie. Le principe de l'énergie [1] exige que E soit indépendant du choix de cette courbe, c'est-à-dire que dE soit différentielle exacte.

» La connaissance de E en fonction du vecteur H renseigne complètement sur les propriétés magnétiques de la substance. On a en effet $-\frac{\partial E}{\partial H_x} = I_x$. La dérivée de E dans une direction quelconque est donc égale, au signe près, à la composante de l'aimantation dans cette direction. Ou, si nous supposons construite la famille des surfaces E = const., *l'intensité d'aimantation est donnée en direction par la normale à la surface* E = const. *au point* H_x, H_y, H_z, *et en grandeur par la dérivée de* E, *prise dans la direction de cette normale.*

---

[1] Je suppose ici implicitement toutes les transformations adiabatiques. Si elles étaient isothermiques, il faudrait remplacer partout l'énergie par le potentiel thermodynamique.

» II. L'énergie potentielle totale E peut se décomposer en deux parties, l'énergie relative P du champ et de la substance aimantée, et l'énergie interne d'aimantation $\mathcal{E}$. Intégrons en effet par parties :

$$E = -(H_x I_x + H_y I_y + H_z I_z) + \int H_x dI_x + H_y dI_y + H_z dI_z.$$

» Si nous remplaçons la substance aimantée par influence par une substance dont l'aimantation rigide a, dès le début, la valeur finale I_x, I_y, I_z, le premier terme seul subsiste. Il représente donc P; le second sera $\mathcal{E}$ par définition. Dans

$$\mathcal{E} = \int H_x dI_x + H_y dI_y + H_z dI_z,$$

le champ H_x, H_y, H_z est fonction de I_x, I_y, I_z. La fonction $\mathcal{E}$ rendra les mêmes services que E quand on préférera prendre le vecteur I comme variable indépendante. On démontrera comme précédemment la proposition symétrique de celle énoncée plus haut : *le champ correspondant à une certaine valeur de l'intensité d'aimantation est donné en direction par la normale à la surface* $\mathcal{E} =$ const. *passant par* I_x, I_y, I_z, *et en grandeur par la dérivée de* $\mathcal{E}$ *prise dans la direction de cette normale.*

» III. *Détermination expérimentale de l'énergie d'aimantation. Première méthode.* — On peut écrire l'expression ci-dessus sous la forme

$$E = -\int I \cos\left(\widehat{I, dH}\right) dH.$$

Si l'on fait croître H en lui laissant une direction constante, elle devient

$$E = -\int I \cos(I, H)\, dH.$$

Il suffira de déterminer la composante de l'aimantation parallèle au champ et d'opérer la quadrature de cette fonction. Le principe de l'énergie rend donc superflue la mesure des composantes de l'aimantation perpendiculaires au champ.

» *Deuxième méthode.* — On mesure le couple C exercé par un champ H constant, horizontal, sur la substance en suspendant celle-ci à un fil de torsion. Faisons tourner ce champ de $d\alpha$ autour d'un axe coïncidant avec le fil de torsion, on aura

$$dE = C\, d\alpha.$$

On pourra donc obtenir la valeur de E pour tous les points en combinant

la première méthode appliquée à une seule direction avec des mesures de couples.

» L'emploi simultané des deux méthodes donne autant de vérifications que l'on voudra.

» IV. *Application au cas d'une substance possédant un plan magnétique, comme la pyrrhotine.* — On aura alors constamment $I_z = 0$, et la condition dE différentielle exacte donne

$$\frac{\partial I_x}{\partial H_z} = 0, \qquad \frac{\partial I_y}{\partial H_z} = 0.$$

La loi de l'aimantation dans le plan magnétique n'est donc pas influencée par l'existence d'une composante du champ perpendiculaire au plan magnétique.

» J'ai découvert cette loi expérimentalement; l'expérience montre qu'elle s'étend même aux phénomènes d'hystérèse sur lesquels la théorie ci-dessus ne renseigne pas.

» Il est dès lors inutile d'introduire dans les calculs autre chose que la composante du champ dans le plan magnétique. Soient H cette composante, α et φ les angles de H et de I avec l'axe des x. Avec ces coordonnées,

$$dE = HI\sin(\alpha - \varphi)d\alpha + I\cos(\alpha - \varphi)dH,$$

dont chacun des deux termes correspond à l'un des modes d'expérimentation indiqués ci-dessus.

» *Exemple numérique.* — La pyrrhotine possède dans le plan magnétique deux directions rectangulaires remarquables pour lesquelles l'aimantation a la direction du champ. Dans l'une d'elles on trouve, pour $H = 3950$ gauss, $E = -49,0$; pour l'autre, $E = -7,2$ en unités arbitraires. La différence 41,8 est égale, aux erreurs d'expériences près, au travail dépensé pour faire tourner H de l'une à l'autre, et qui a été trouvé égal à 42,5.

» Dans le cas de l'aimantation plane, les surfaces $E = \text{const.}$ se réduisent à des courbes situées dans le plan magnétique. On peut les considérer comme les courbes de niveau de la surface $E = f(H, \alpha)$. La connaissance de cette surface unique, ou celle de la surface $\mathcal{E} = f(I, \varphi)$, qui lui est équivalente, épuise complètement la question. »

PHYSICO-CHIMIE. — *Sur l'osmose.* Note de M. A. GUILLEMIN, présentée par M. J. Violle [1].

« Je remarque d'abord ce fait que la formule du nivellement barométrique permet de calculer la pression osmotique.

» Si l'on appelle f et f' les tensions de vapeur du solvant et de la solution, δ la densité de vapeur du solvant (c'est lui qui constitue l'atmosphère dans l'osmomètre sous cloche) et si l'on emploie les températures absolues T, la hauteur z de la colonne osmotique est donnée par la formule

$$z = \frac{67^{m},165}{\delta}\,\mathrm{T}\log\frac{f}{f'}$$

qui se réduit ici à

$$z = \frac{58^{m},608}{\delta}\,\mathrm{T}\,\frac{f-f'}{f+f'},$$

ou même à

$$z = \frac{117^{m}}{\delta}\,\mathrm{T}\,\frac{f-f'}{f}$$

quand on pose $f+f'=2f$, comme on le fait en Tonométrie, et à tort, selon nous.

» Considérons, par exemple, avec M. Nernst, une solution de benzoate d'éthyle dans le benzol, contenant $2^{g},37$ de solvé dans 100^{g} de solvant. A 80°, la solution a pour densité 0,8149 et les tensions de vapeur du solvant et de la solution sont respectivement $f = 751,86$ et $f' = 742,60$. Enfin le poids moléculaire du solvant est $m = 78$ et sa densité de vapeur théorique est $\delta = 0,06948 \times \frac{m}{2} = 2,71$.

» La pression osmotique, calculée par la méthode usuelle, est 3,78 atmosphères, ce qui correspondrait (dans l'osmomètre Ponsot, si l'on pouvait l'employer) à une colonne de solution de hauteur égale à 48^{m}. Notre formule donne immédiatement ce nombre.

» Ceci posé, la loi de l'équilibre osmotique (méthode de Ponsot, sous la cloche de Nernst) pourrait s'énoncer :

» *La solution monte jusqu'à ce que sa surface libre, où la tension est f', atteigne une* hauteur z *où la tension de vapeur du liquide pur (qui a diminué suivant la loi de Halley) soit devenue égale à f'.*

---

[1] Présentée à la séance du 28 décembre 1903.

» Cet énoncé est très insuffisant :

» 1° Il ne s'applique pas directement aux osmomètres où l'élévation de la colonne de solution est empêchée, soit par un manomètre à air libre (Tamman), soit par un manomètre à air comprimé (Pfeffer), puisque l'égalité de tension f' à l'intérieur et à l'extérieur n'a lieu nulle part dans ces appareils.

» 2° Il semble indiquer la cause qui maintient l'équilibre, et il ne l'indique pas; surtout il est muet sur la cause qui fait monter la colonne de solution. On pourrait même croire impossible d'attribuer cette ascension à la force $f-f'$; car une colonne de quelques millimètres en aurait raison. Et pourtant c'est elle seule qu'il faut invoquer. Voici par quelles considérations nous y parvenons.

» Lorsque l'équilibre existe, la tension est f' sur tous les points du plan horizontal qui comprend la surface libre de la colonne soulevée; elle décroît suivant la loi de Halley quand on s'élève plus haut, et reste la même sur tous les points des nouvelles couches de niveau ; nous ajoutons : elle croît suivant la même loi et en tous les points, c'est-à-dire même dans l'osmomètre, et en dehors, lorsqu'on descend, lorsqu'on arrive au niveau de la paroi uniperméable, et même plus bas, aussi bas que l'on voudra.

» Cette hypothèse revient à dire que la *tension d'expansibilité* d'un liquide, c'est-à-dire sa tendance à émettre de la vapeur, va en croissant, suivant la loi de Halley, à mesure qu'on descend dans des couches plus profondes ; elle croît avec la pression hydrostatique supportée par la couche liquide considérée, mais beaucoup plus lentement que cette pression hydrostatique : celle-ci croît proportionnellement à z, et la tension d'expansibilité croît proportionnellement à $\log\frac{f}{f'}$.

» Grâce à cette hypothèse, la loi de l'équilibre osmotique devient remarquablement simple :

» *L'équilibre osmotique existe lorsque la* tension d'expansibilité *est la même de chaque côté de la paroi uniperméable.*

» Tant que cette inégalité n'est pas atteinte, tant que l'on a, sur un plan horizontal quelconque : f'_h (en dedans) $< f_h$ (au dehors), le passage du liquide pur a lieu à travers la cloison uniperméable en vertu de l'excès $f-f_1$, qui existe à la hauteur de la cloison.

» Ainsi, l'équilibre osmotique se produit lorsqu'il y a de part et d'autre de la cloison deux tensions d'expansibilité égales et contraires.

» Par suite, l'isotonie existe entre deux solutions lorsque leurs tensions de vapeur sont égales et se font équilibre.

» La notion d'un corps non gazéifiable, tel que le sucre, qu'on dit exister dans l'eau à l'état de gaz parfait, est remplacée par la notion de vapeur d'eau existant dans l'eau et y ayant une tension d'expansibilité qui croît avec la profondeur suivant la loi de Halley.

» A la considération de pressions osmotiques effrayantes nous substituons celle de forces très faibles $f - f'$ qui vont en décroissant comme la vitesse de l'osmose.

» Cette manière de voir rattache l'osmose des liquides à celle des gaz et paraîtra sans doute avantageuse sous plus d'un rapport. »

PHYSIQUE DU GLOBE. — *Sur la valeur absolue des éléments magnétiques au 1er janvier 1904*. Note de M. **Th. Moureaux**, présentée par M. Mascart.

« Les observations magnétiques, à l'Observatoire du Val-Joyeux (Villepreux, Seine-et-Oise), ont été continuées, en 1903, par M. J. Itié, avec les mêmes appareils, et réduites d'après les mêmes méthodes qu'en 1902.

» Les valeurs des éléments magnétiques au 1er janvier 1904 résultent de la moyenne des valeurs horaires du 31 décembre 1903 et 1er janvier 1904, rapportées à des mesures absolues faites le 31 décembre et le 2 janvier.

» La variation séculaire des différents éléments est déduite de la comparaison entre les valeurs actuelles et celles qui ont été données pour le 1er janvier 1903 (1).

Valeurs absolues et variation séculaire des éléments magnétiques à l'Observatoire du Val-Joyeux.

Éléments.	Valeurs absolues au 1er janvier 1904.	Variation séculaire.
Déclinaison occidentale	15°2',19	— 4',88
Inclinaison	64°54',9	— 0',3
Composante horizontale	0,19682	— 0,00030
Composante verticale	0,42044	— 0,00074
Composante nord	0,19008	— 0,00022
Composante ouest	0,05106	— 0,00035
Force totale	0,46423	— 0,00079

(1) *Comptes rendus*, t. CXXXVI, 1903, p. 44.

» La station du Val-Joyeux est située par 0° 19′ 23″ de longitude ouest, et 48° 49′ 16″ de latitude nord. »

PHYSIQUE DU GLOBE. — *Sur la stabilité de la direction d'aimantation dans quelques roches volcaniques.* Note de M. **Pierre David**, présentée par M. Mascart.

« Les mesures faites pendant plus de 2 ans, en collaboration avec M. Brunhes, et signalées à l'Académie (1), nous avaient montré que toutes les roches volcaniques de la région possèdent une aimantation rémanente stable et qui est probablement celle de la direction du champ terrestre à l'époque où la roche s'est solidifiée. Il pouvait dès lors être intéressant de vérifier si, pendant une période connue et de durée suffisamment longue, la direction d'aimantation de ces roches n'avait pas varié.

» J'ai commencé par étudier différentes pierres, prises en place, dans un mur en petit appareil et dont la construction date de l'époque gallo-romaine. Ces pierres, d'origine et de constitution différentes (scories, basalte, domite), qui sont restées en place pendant environ deux milliers d'années, possèdent toutes une aimantation permanente, mais dont la direction est extrêmement variable de l'une à l'autre. Ceci semblait bien indiquer que la direction d'aimantation n'avait pas été modifiée pendant cette période de 2000 ans. Mais il était difficile d'orienter avec une précision suffisante ces différentes pierres pour les tailler en cubes et faire des mesures au déclinomètre. J'ai alors songé à découper quelques cubes dans un dallage très bien conservé de l'ancien temple de Mercure situé au sommet du Puy-de-Dôme et qui date manifestement de l'époque gallo-romaine.

» Ces cubes ont été pris sur quatre dalles en domite; sur trois d'entre elles, on a pris deux cubes séparés par une distance de plus de 1^m, afin de contrôler les mesures.

» Les résultats obtenus sont les suivants, en prenant pour origine la déclinaison actuelle :

Dalle n° 1	Morceau n° 1	$\Delta =$ 144° E $I = -$ 55°
	Morceau n° 2	$\Delta =$ 143° E $I = -$ 58°
Dalle n° 2	Morceau n° 1	$\Delta =$ 86° E $I = -$ 52°
	Morceau n° 2	$\Delta =$ 85° E $I = -$ 54°

(1) *Comptes rendus,* 15 juillet 1901 et 7 décembre 1903.

Dalle n° 3	Morceau n° 1.........	Δ =	74° W
		I =	53°
	Morceau n° 2.........	Δ =	71° W
		I =	53°
Dalle n° 4	Morceau n° 1.........	Δ =	141° E
		I = —	56°30′

» Pour toutes les dalles étudiées, l'inclinaison a la même valeur absolue, avec l'approximation que permettent les mesures, négative pour trois d'entre elles et, pour l'autre, positive. Les valeurs de la déclinaison sont, au contraire, quelconques. Il semble donc résulter de là que, depuis la mise en place de ces dalles, leur direction d'aimantation n'a pas varié sous l'action du champ terrestre, malgré les variations et les perturbations qui ont pu se produire depuis cette époque.

» De plus, la constance de la valeur absolue de l'inclinaison semble indiquer que toutes ces dalles ont été prises dans une même carrière où elles auraient été levées par bancs parallèles, comme cela se pratique fréquemment dans les exploitations actuelles. A la mise en place, quelques-unes d'entre elles se seraient trouvées placées sens dessus dessous, ce qui expliquerait le changement de signe de l'inclinaison. Quant à la déclinaison, la taille des dalles a pu la modifier d'une façon quelconque.

» On remarque en outre que deux cubes de mêmes dimensions ont le même moment magnétique. Il y aurait peut-être là un moyen de résoudre la question si discutée de la provenance des blocs énormes qui ont servi à l'édification du temple dont les ruines restent encore imposantes après 2000 ans. »

PHYSIQUE DU GLOBE. — *Sur la decroissance de température avec la hauteur dans la région de Paris d'après 5 années d'observations.* Note de M. **L. Teisserenc de Bort**, présentée par M. E. Mascart.

« J'ai eu l'honneur de communiquer, à diverses reprises, à l'Académie, quelques-uns des résultats les plus saillants de nos sondages aériens par ballon-sonde. Ces sondages s'étendent aujourd'hui à une période de 5 années, dans laquelle ils se répartissent assez régulièrement. Il nous est donc possible d'en déduire, avec quelque exactitude, des conclusions générales sur la décroissance de la température au-dessus de nos régions en différentes saisons.

» Nous avons partagé ces observations en 2 groupes : A contenant les résultats de 581 ballons ; B formé seulement des 141 ascensions qui ont atteint l'altitude de 14^{km}. Voici les températures obtenues de 500^{m} en 500^{m} pour les couches basses, puis par kilomètre de hauteur.

Températures de l'air.

Altitude.	Hiver. A.	Hiver. B.	Printemps. A.	Printemps. B.	Été. A.	Été. B.	Automne. A.	Automne. B.	Amplitude [1]. A.	Amplitude [1]. B.
Sol......	+ 1,7	+ 1,9	+ 5,1	+ 5,1	+13,5	+13,0	+ 8,0	+ 7,5	13,7	13,4
500^{m}..	+ 1,1	+ 1,4	+ 5,1	+ 4,7	+13,9	+13,6	+ 8,3	+ 7,7	14,4	15,0
1 000...	− 0,4	− 0,2	+ 3,4	+ 2,4	+11,8	+11,8	+ 6,4	+ 6,1	14,7	14,6
1 500...	− 1,9	− 0,2	− 0,1	+ 0,1	+ 9,2	+ 9,7	+ 3,4	+ 4,0	13,3	14,6
2 000...	− 3,7	− 1,4	− 2,6	− 2,1	+ 6,8	+ 7,3	+ 2,3	+ 2,2	13,5	14,3
2 500...	− 5,7	− 3,7	− 3,9	− 4,3	+ 3,3	+ 5,0	+ 0,1	+ 0,4	13,0	13,8
3 000...	− 8,2	− 6,0	− 7,4	− 6,4	+ 1,7	+ 2,1	− 2,2	− 1,7	13,0	12,5
3 500...	−10,9	− 8,7	−10,0	− 9,3	− 0,4	+ 0,2	− 4,7	− 4,2	13,7	13,9
4 000...	−13,6	−10,9	−13,0	−12,2	− 3,4	− 2,7	− 7,5	− 6,5	13,6	12,6
4 500...	−16,7	−14,2	−16,0	−15,2	− 5,9	− 5,3	−10,2	− 9,3	13,8	13,0
5 000...	−19,8	−17,0	−19,3	−18,5	− 9,3	− 8,3	−13,4	−12,4	13,7	13,3
6 000...	−26,4	−23,7	−26,0	−25,2	−15,3	−14,8	−19,8	−18,7	14,4	12,5
7 000...	−33,6	−31,5	−33,1	−32,0	−22,3	−21,7	−26,8	−25,8	14,1	12,6
8 000...	−40,8	−39,0	−40,1	−39,0	−29,9	−29,3	−34,1	−33,5	13,7	12,5
9 000...	−47,4	−46,9	−47,1	−46,7	−37,9	−38,0	−41,8	−41,4	12,3	11,8
10 000...	−52,9	−54,0	−50,9	−52,7	−45,2	−45,3	−48,3	−48,3	10,1	11,6
11 000...	»	−57,9	»	−53,6	»	−50,3	»	−54,4	»	9,2
12 000...	»	−57,9	»	−53,1	»	−52,7	»	−57,1	»	9,1
13 000...	»	−56,9	»	−52,2	»	−51,5	»	−57,1	»	9,9
14 000...	»	−55,5	»	−52,5	»	−51,3	»	−57,1	»	9,3

» On voit, sur ce Tableau, combien la décroissance moyenne de température est faible dans les couches basses où elle présente, à une hauteur variable avec la saison, un minimum dû à la condensation des nuages et aux phénomènes d'inversion. Tout d'abord, il faut rappeler que, si les effets de détente et de compression de l'air n'entraient pas en jeu, la répartition verticale de la température serait très différente de celle qu'on observe. C'est, d'ailleurs, ce qu'on observe souvent dans les couches qui s'étendent du sol à 3^{km} ou 4^{km} et qui constituent le phénomène bien connu de l'inversion ; phénomène indiqué d'abord par Fournet et par M. Alluard,

(1) Différence entre la moyenne mensuelle la plus haute et la plus basse.

mais qui, au lieu d'être une anomalie comme on le croyait, est au contraire très fréquent.

» Par temps calme, ce phénomène est régulier la nuit; il se manifeste dans certains cas avec des vents forts. Pendant le jour, il est habituel au-dessus des nuages en couches (¹) et se montre même parfois sans nuages.

» En général, il paraît se produire lorsque l'air peut changer de température sur place, soit par le contact du sol ou de la surface des nuages, soit par rayonnement; ou quand l'air peut se glisser sur ou sous d'autres masses d'air, sans varier sensiblement de pression, en suivant à peu près les surfaces isobares. C'est le cas, par exemple, dans certains échanges d'air qui ont lieu entre des aires de hautes et basses pressions.

» D'ailleurs, le mécanisme qui permet à de petites masses d'air de monter par simple différence de densité, quand elles sont échauffées, est très mal connu et l'on observe souvent un équilibre instable au voisinage du sol frappé par les rayons du Soleil (avec des décroissances de température de plus de 1° par 100^{m}), équilibre qui n'est rompu que par l'arrivée des vents à composante horizontale assez marquée.

» Au contraire, dès qu'un mouvement général de l'atmosphère produit un brassage et cause un déplacement d'ensemble à composante verticale, la variation de température avec la hauteur tend à se rapprocher de la décroissance adiabatique.

» L'atmosphère est donc soumise alternativement à deux régimes contraires qui influent beaucoup, dans nos régions, sur les couches basses, où les condensations et les inversions alternent avec des variations thermiques par détente.

» La partie de l'atmosphère comprise entre 6^{km}, 10^{km} et 11^{km} paraît soumise surtout à la décroissance adiabatique; les inversions y sont rares, l'état hygrométrique faible, et les nuages, d'après nos mesures exécutées à Trappes, peu abondants.

» On pourrait donc s'attendre, en constatant que l'air devient de plus en plus sec, à ce que la décroissance de température, qui atteint souvent $0^{\circ},9$ à ces hauteurs, continue à être très grande; mais, à partir d'une certaine hauteur, nos observations nous ont permis de découvrir l'existence d'un phénomène tout à fait imprévu et dont la cause est encore fort obscure.

» Comme on le voit sur le Tableau ci-dessus, vers 11^{km} en moyenne

---

(¹) MM. Assmann et Berson ont montré, il y a quelques années, que la surface des nuages frappée par le Soleil agissait à peu près comme la surface du sol.

la température cesse de décroître en arrivant à la zone que j'ai déjà signalée à l'Académie (¹) sous le nom de *zone isotherme*, et qui se retrouve dans tous les mois de toutes les années. Cette couche présente des inflexions de divers sens : élévation de température et petits abaissements.

» Sans vouloir entrer ici dans une discussion prématurée de ces caractères, je dois faire remarquer que tout se passe comme si l'atmosphère se trouvait soumise, à ces hauteurs, à un régime analogue à celui des inversions, dans lequel les mouvements à composante verticale sont de peu d'importance ; d'où la possibilité de couches isothermes épaisses et de changements de signes dans la variation de la température. »

PHYSIQUE BIOLOGIQUE. — *Caractères différentiels des radiations physiologiques suivant leur origine musculaire ou nerveuse.* Note de M. **Augustin Charpentier**, présentée par M. d'Arsonval.

« Les radiations d'origine physiologique sont des rayons *n* pour une grande part, mais leur composition semble plus complexe que ceux décrits *jusqu'ici* par M. Blondlot, dont ils diffèrent à certains titres. J'ai déjà dit que le plomb ne les arrêtait pas complètement, il en est de même de l'eau pure (²).

» Cela est vrai surtout des rayons nerveux, dont un caractère frappant est d'être arrêtés partiellement par l'aluminium. Une lame d'un demi-milli-

---

(¹) *Comptes rendus*, 28 avril 1902.

(²) A ce propos, il ne sera pas sans intérêt de donner quelques indications pratiques sur la façon la plus simple d'observer en général les radiations physiologiques : déposer sur un carton noir et coller avec du collodion une quantité de sulfure phosphorescent propre à donner une épaisseur très faible et à former une tache assez étendue, 2^{cm} de largeur en moyenne; l'insoler modérément et l'observer à l'abri de la lumière dans une pièce plus ou moins sombre suivant l'éclat qu'il présente; s'adapter quelques minutes à cette obscurité relative, plus ou moins longtemps suivant son degré. La plaque doit être regardée dans la vision indirecte et sans trop d'attention. Il ne faut pas oublier surtout que les variations d'éclat se produisent *graduellement*, avec une inertie qui dépend surtout de l'épaisseur du sulfure : il y a donc avantage à diminuer le plus possible cette dernière. Enfin, il ne faut pas s'exagérer les difficultés d'une observation qui ne réclame en somme que quelques précautions élémentaires. Je n'ai pas à insister ici sur les expériences de contrôle.

mètre d'épaisseur suffit pour obscurcir d'une façon appréciable le faisceau émis par un point du cerveau. Quant à la partie qui a traversé la lame, elle n'est plus obscurcie par de nouvelles épaisseurs d'aluminium, même sous 1^{cm} ou 2^{cm}. Elle est donc formée de rayons *n* proprement dits.

» Au contraire, le faisceau émis par le cœur, par le diaphragme, par différents muscles, n'est pas modifié (ou seulement à un degré insignifiant et dû sans doute à l'effet des filets nerveux intra-musculaires) par la lame d'aluminium dont j'ai parlé plus haut.

» C'est là un premier caractère distinctif entre les radiations musculaires et nerveuses. Il répond déjà à une question que je m'étais posée et que m'avait présentée M. Saint-Remy dans la dernière séance de la Réunion biologique de Nancy : la radiation musculaire est-elle propre au muscle lui-même ou provient-elle des terminaisons nerveuses que contient cet organe? Des expériences sur la grenouille curarisée m'avaient montré que probablement le muscle rayonnait par lui-même, tout en rayonnant moins que le nerf. Les expériences précédentes prouvent la réalité d'une radiation propre du muscle.

» Il y a d'ailleurs d'autres caractères qui séparent cette radiation de celle du nerf. Le nerf augmente sa radiation d'une façon très notable sous l'influence de la plus légère compression, je puis confirmer ce point déjà indiqué dans ma dernière Note (28 décembre 1903). Je l'ai revu chez le chien sur la moelle et sur les racines nerveuses, avec mon collègue, M. le professeur E. Meyer. Or la radiation provenant du muscle est beaucoup moins modifiée par la compression. C'est une différence de réaction qu'on pourra utiliser pour reconnaître la présence des nerfs sur un point du corps, ou pour apprécier leur part contributive dans la radiation totale provenant d'un organe.

» Enfin, troisième caractère propre à la radiation nerveuse : elle produit, par rapport aux autres tissus, un effet sensiblement plus fort sur le sulfure phosphorescent chauffé vers 40° ou 45°.

» Tous ces faits montrent la part prédominante et toute spéciale de la radiation provenant du tissu nerveux dans l'organisme. Il en découle encore cet enseignement : que la radiation nerveuse diffère, plus que celle des autres parties du corps, des rayons Blondlot purs. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur les éthers phosphoriques de la glycérine.* Note de M. **P. Carré**, présentée par M. H. Moissan.

« Dans une Note précédente (¹) j'ai montré que l'éthérification de l'acide phosphorique par la glycérine donne naissance à trois éthers.

» Le di- et le triéther sont saponifiés par l'eau froide en donnant de l'acide glycérophosphorique ordinaire. En effet, si l'on additionne le mélange de ces 3 éthers de 10 fois leur poids d'eau, et qu'on abandonne le tout un certain temps à la température ordinaire, on constate que la quantité totale d'acide phosphorique combiné ne change pas, tandis que le di- et le triéther finissent par disparaître totalement;

» La destruction du triéther est assez rapide, elle demande seulement 2 ou 3 jours; celle du diéther demande un temps plus long; sa disparition complète d'un mélange qui en renfermait 45 pour 100 a demandé 2 mois. Cette transformation est beaucoup plus rapide à l'ébullition, mais il y a alors mise en liberté d'acide phosphorique: c'est ainsi qu'un mélange renfermant 37 pour 100 de diéther et 76,5 pour 100 d'acide combiné ne contenait plus de diéther après une heure et demie d'ébullition, tandis que la quantité d'acide combiné tombait à 70,7; le diéther est détruit en quelques minutes.

» 1° *Étude de l'acide glycérophosphorique.* — MM. Adrian et Trillat (²) ont montré que la décomposition du sel de baryum par l'acide sulfurique fournit un acide glycérophosphorique souillé de sel acide; le traitement du sel de plomb ou du sel de cuivre par l'hydrogène sulfuré leur a donné un acide glycérophosphorique partiellement décomposé. Ce dernier procédé m'a conduit à des résultats beaucoup plus satisfaisants.

» Le glycérophosphate de plomb, mis en suspension dans l'eau bouillie, est décomposé par l'hydrogène sulfuré. La liqueur, débarrassée du sulfure de plomb et de l'excès d'hydrogène sulfuré, renferme de l'acide glycérophosphorique pur, ainsi que le prouvent les titrages alcalimétriques, qui donnent un virage identique à la phtaléine, avec ou sans chlorure de calcium. Cette solution ne peut être concentrée à chaud dans le vide sans être partiellement décomposée ; mais, à la température ordinaire, elle peut être évaporée sans altération dans le vide sulfurique. En suivant la marche de cette concentration par des analyses effectuées à intervalles réguliers, on

(¹) P. Carré, *Comptes rendus*, 21 décembre 1903.

(²) *Journal Ph. et Chimie*, 6ᵉ série, t. VII, p. 226.

constate que l'acide glycérophosphorique commence à se transformer en diéther lorsqu'il a pour composition

$$2\,PO\begin{cases}OC^3H^5(OH)^2\\OH\\OH\end{cases} + H^2O.$$

» L'acide glycérophosphorique se présente sous forme d'un liquide très sirupeux, qui jusqu'ici n'a pas cristallisé. Il ne peut être chauffé sans être partiellement décomposé avec mise en liberté d'acide phosphorique, en même temps qu'il se forme du diéther.

» 2° *Étude du diéther.* — MM. Adrian et Trillat avaient remarqué qu'après éthérification la quantité d'acide phosphorique renfermée dans le mélange, et déterminée par une analyse volumétrique avec l'hélianthine comme indicateur coloré, se trouvait être inférieure à celle indiquée par un dosage au pyrophosphate de magnésium, après destruction de la matière organique. Cette disparition de l'acide phosphorique aux indicateurs colorés leur a fait soupçonner la formation d'un diéther neutre à l'hélianthine; ils l'ont ensuite isolé en éliminant l'excès de glycérine et d'acide phosphorique au moyen de dissolvants appropriés (?) et lui ont attribué la constitution :

$$PO\begin{cases}OC^3H^5(OH)^2\\OC^3H^5(OH)^2.\\OH\end{cases}$$

» Dans la Note précédente j'ai montré que la véritable cause de cette disparition de l'acide phosphorique aux indicateurs colorés était la formation d'un triéther, et que le diéther était monoacide à l'hélianthine; je n'ai pu réussir à isoler ce diéther, parce qu'il est soluble dans les mêmes solvants que le monoéther, et son instabilité en liqueur aqueuse ne permet pas de profiter de la différence de solubilité de ses sels, qui sont plus solubles que les glycérophosphates correspondants. Malgré cela il est facile de montrer qu'il ne peut résulter de la fixation de deux molécules de glycérine sur une même molécule d'acide phosphorique et que sa constitution doit être la suivante :

$$PO\begin{cases}O-CH^2\\OH\quad CH\,OH.\\O-CH^2\end{cases}$$

» En effet, les proportions de monoéther et de diéther formés lors de l'éthérification du mélange équimoléculaire (voir Note précédente) indiqueraient qu'il s'est combiné une quantité de glycérine supérieure à celle mise en réaction. L'obtention de ce diéther à partir de l'acide glycérophosphorique conduit à la même conclusion. On peut du reste en obtenir une troisième vérification de la façon suivante. En préparant l'acide glycérophosphorique avec un mélange des sels de plomb du di- et du monoéther, on obtient tout d'abord une solution étendue de ces deux éthers; pendant l'évaporation le diéther se transforme en acide glycérophosphorique; s'il renfermait deux molécules de glycérine, l'une d'elles serait mise en liberté, et l'acide glycérophosphorique souillé de cette glycérine devrait donner à l'analyse des chiffres trop

élevés pour le carbone et l'hydrogène. Il n'en a rien été. D'autre part la vitesse de formation de ce diéther indique que c'est l'alcool primaire encore libre, de la glycérine qui entre en réaction. Il doit donc posséder la constitution ci-dessus.

» 3° *Étude du triéther.* — Le triéther peut être isolé facilement; il est insoluble dans l'eau et dans l'alcool, tandis que les deux autres y sont solubles. Le mélange éthérifié repris par l'alcool absolu laisse ce triéther comme résidu. L'analyse montre que sa composition est la suivante :

$$PO \begin{matrix} \diagup O - CH^2 \\ - O - CH \\ \diagdown O - CH^2 \end{matrix} .$$

» Il se présente sous forme d'une masse spongieuse, dure, qui peut être pulvérisée, insoluble dans les dissolvants usuels (alcool, éther, acétone), aussi ne peut-on le faire cristalliser. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Rétrogradation et coagulation de l'amidon.* Note de MM. **L. Maquenne**, **A. Fernbach** et **J. Wolff**, présentée par M. Roux.

« Dans une précédente communication (L. Maquenne, *Comptes rendus*, t. CXXXVII, p. 797), l'un de nous a mis en parallèle, par suite d'une coïncidence fortuite de chiffres, l'amylocellulose, qui apparaît dans l'empois rétrogadé spontanément, et le coagulum qui se forme lorsqu'on traite le même empois frais par une petite quantité d'extrait de malt. En réalité, ces produits, dont l'un est encore saccharifiable par l'amylase tandis que l'autre ne l'est plus, ne doivent pas être confondus. Il nous a, néanmoins, paru intéressant de rechercher si la coagulation rapide de l'empois par l'amylo-coagulase est aussi accompagnée d'une rétrogradation vers la forme d'amylo-cellulose, comme celle qui s'accomplit sous la seule influence du temps. Pour le savoir, il fallait une méthode permettant de reconstituer et de caractériser nettement cette substance : nous en avons trouvé une en nous appuyant sur la propriété que possède l'amylocellulose de se dissoudre et de reprendre, au contact des alcalis caustiques, l'état de substance colorable par l'iode.

» Nous nous sommes arrêtés au mode opératoire suivant : On saccharifie l'empois à fond par un excès d'extrait de malt, puis, lorsque la liqueur ne réagit plus avec l'iode, on prélève 10^{cm^3}, dans lesquels on verse 20 à 25 gouttes de potasse concentrée ($D = 1,4$). Après quelques instants, on sature avec un léger excès d'acide chlorhydrique, on amène au volume de 50^{cm^3}, et l'on ajoute quelques gouttes de réactif iodé :

la présence d'amidon rétrogradé dans l'empois primitif s'accuse alors par l'apparition d'une coloration bleue plus ou moins intense qui pourrait servir de base à une méthode de dosage colorimétrique de l'amylocellulose.

» Nous avons pu ainsi démontrer que l'empois absolument frais n'en renferme que des traces indosables, mais qu'il en contient déjà une proportion sensible une heure après sa préparation. Cette proportion ne cesse d'ailleurs d'augmenter à mesure que l'on prolonge davantage la durée de conservation de l'empois.

» Il en résulte, au moins dans le cas de la fécule de pommes de terre, que, pour avoir un produit totalement saccharifiable, il est indispensable d'opérer aussi rapidement que possible, de façon à ce qu'il s'écoule à peine quelques minutes entre le moment où l'on sort l'empois de l'autoclave et celui où on l'additionne d'extrait de malt. C'est là un fait absolument nouveau et des plus inattendus, dont il faudra désormais tenir compte dans l'étude de la saccharification diastasique de la fécule de pommes de terre.

» En appliquant cette méthode à l'examen du coagulum formé sous l'influence de l'amylo-coagulase, nous avons reconnu que la formation de l'amylocellulose est beaucoup plus rapide que dans la rétrogradation spontanée de l'empois d'amidon. Lorsqu'on expérimente sur de l'empois d'amidon chauffé à 120° pendant 15 minutes, ou même à 100° pendant 30 minutes, on constate la présence d'amylocellulose dès que la coagulation commence, c'est-à-dire au bout d'un temps qu'on peut réduire à 20 minutes lorsqu'on emploie une quantité convenable d'extrait de malt ($2^{cm^3},5$ pour 50^{cm^3} d'empois chauffé à 120°). Dans ces conditions, l'intensité de la coloration obtenue avec l'iode, en employant la méthode ci-dessus, est comparable à celle qu'on obtient en opérant sur de l'empois chauffé à 120° et abandonné à lui-même pendant 2 heures à basse température. On arrive exactement au même résultat avec de l'amidon qu'on a liquéfié en le chauffant à 130° pendant 2 heures.

» Bien que, toutes choses égales d'ailleurs, sous l'influence de l'extrait de malt, l'amylocellulose se forme beaucoup plus rapidement et en plus grande quantité que dans l'empois abandonné à lui-même, cette amylocellulose ne représente qu'une fraction de l'amidon total précipité, lorsqu'on examine le coagulum aussitôt après la coagulation (3 à 5 pour 100 de l'amidon mis en œuvre). Sa proportion s'accroît sensiblement lorsque le coagulum est abandonné à lui-même pendant un certain temps, et peut même atteindre la moitié du coagulum total.

» L'empois coagulé par l'amylo-coagulase est donc, comme l'amidon

rétrogradé, un mélange complexe qui n'est plus que partiellement saccharifiable.

» La coagulation diastasique de l'empois de fécule se rapproche ainsi beaucoup, par la nature des produits qui en résultent, du phénomène décrit par l'un de nous sous le nom de *rétrogradation*; elle s'en écarte par la rapidité avec laquelle elle se produit, car elle permet d'arriver presque instantanément à des effets aussi importants que ceux qu'on observe dans l'empois abandonné pendant longtemps à lui-même. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Le monosulfure de sodium, comme réactif indicateur, dans le dosage du glucose par la liqueur de Fehling.* Note de M. L. BEULAYGUE, présentée par M. Gaston Bonnier.

« Bien que l'emploi de la liqueur de Fehling, pour le dosage d'un certain nombre de sucres réducteurs et, en particulier, du glucose, se soit généralisé, tous les expérimentateurs se sont bien rendu compte de la difficulté que l'on éprouve, dans certains cas, pour saisir la fin de la réduction de la liqueur cupro-tartrique.

» Quoique l'on se place, en effet, dans les meilleures conditions possibles, c'est-à-dire : constance de concentration du réactif, dilution de la liqueur sucrée telle que son pouvoir réducteur soit sensiblement voisin de celui de 5^g de glucose par litre, additions successives de la liqueur sucrée à la liqueur cuprique par faibles quantités à la fois, et enfin durée convenable de l'ébullition du mélange des liqueurs sucrée et cuprique, il est bien difficile parfois de saisir la fin de la réduction de la liqueur de Fehling, marquée par la décoloration complète de ce réactif, et cette difficulté se trouve accrue lorsque l'on a, notamment, à effectuer un dosage de glucose, dans une urine de diabétique par exemple, malgré que l'on ait fait subir au préalable, à cette urine, l'épreuve de la déféquation.

» D'autre part, la question du dosage du sucre urinaire a fait l'objet d'un Rapport très important de la part de M. le professeur G. Denigès, à la 8e Section du Ve Congrès international de Chimie appliquée, tenu à Berlin en 1903, et il a été amené nécessairement à indiquer, dans son Rapport, les procédés proposés pour remédier à la difficulté que l'on éprouve à saisir exactement la fin de la réduction de la liqueur de Fehling.

» Ces procédés, dit-il, sont de deux sortes : ou bien faisant agir, sur la solution de liqueur de Fehling bouillante et en excès, le liquide sucré, on

détermine pondéralement l'oxyde cuivreux précipité (Soxhlet, Scheibler, etc.), ou volumétriquement le cuivre resté en dissolution (Maquenne); ou bien on ajoute à la liqueur cupro-tartrique des substances empêchant la précipitation de l'oxyde cuivreux et permettant, par conséquent, de suivre pas à pas la dégradation de la teinte bleue, indice de la réduction du réactif. Les substances employées dans ce but sont l'ammoniaque (Pavy, Battandier), le cyanure de potassium (A.-W. Gerrard) et le ferrocyanure de potassium (Causse). Puis il ajoute que les modifications de la seconde catégorie sont les plus pratiques et que l'emploi du ferrocyanure de potassium, spécialement visé dans l'Article *e* du vœu du Congrès, est particulièrement recommandable.

» A côté de ces procédés proposés pour permettre de saisir la décoloration complète de la liqueur de Fehling et, par conséquent, le terme de la réaction, il m'a semblé utile de rappeler l'emploi de réactifs indicateurs, non ajoutés au préalable à la liqueur cupro-tartrique, et de signaler, parmi ces derniers, le *monosulfure de sodium*, que j'ai expérimenté.

» Voici comment il convient d'opérer pour pouvoir utiliser ce réactif :

» La liqueur de Fehling, additionnée généralement du double de son volume d'eau distillée, étant portée à l'ébullition dans une capsule de porcelaine blanche, on y verse, graduellement, le liquide sucré contenu dans une burette de Mohr, en observant toutes les prescriptions relatives à ce dosage et rappelées au début de cette Note.

» On prépare d'autre part, dans une petite capsule en porcelaine blanche, au moment même du dosage, et à froid, une solution au dixième dans l'eau distillée, de monosulfure de sodium pur et cristallisé.

» Au fur et à mesure des affusions successives de liquide sucré dans la liqueur de Fehling, on prend, avec un agitateur en verre, une goutte du mélange en ébullition que l'on dépose sur la surface supérieure de deux feuilles de papier à filtrer, blanc, superposées. La feuille supérieure retient les particules d'oxyde cuivreux entraînées avec l'agitateur et la feuille inférieure n'est imbibée que par le liquide seul. On détache alors la feuille inférieure et l'on touche la partie mouillée sur la surface qui n'était pas en contact avec la feuille supérieure, avec une goutte de la solution de monosulfure de sodium prise avec un agitateur en verre.

» Il se forme immédiatement sur la partie touchée, au contact de la solution cupro-tartrique non encore réduite, une tache noire indiquant la formation de sulfure de cuivre. Au fur et à mesure que le phénomène de réduction de la liqueur de Fehling s'accentue, la tache noire ainsi obtenue prend une teinte brune de moins en moins foncée et, lorsque la réduction est complète, la feuille de papier à filtrer inférieure que l'on vient de toucher avec la solution incolore de monosulfure de sodium semble n'avoir été imprégnée que d'une goutte d'eau. Ce phénomène est surtout très net si l'on a soin, chaque fois que l'on vient de déposer une goutte de solution de monosulfure de sodium sur la feuille inférieure, de regarder par transparence la partie touchée.

» Le monosulfure de sodium, utilisé dans ces conditions, comme réactif indicateur, donne des résultats très sensibles et très précis.

» Cependant, ce réactif ne pourra être employé, comme tous ceux du reste indiqués par M. Denigès, que si l'on s'en est servi pour effectuer, au préalable, le titrage de la liqueur de Fehling avec laquelle on opère. Tous les résultats obtenus seront alors comparables puisqu'ils seront tous donnés à l'aide du même réactif indicateur.

» Dans le même but, et de la même façon, on a préconisé l'emploi du ferrocyanure de potassium, en solution acidulée, soit par l'acide chlorhydrique, soit par l'acide acétique, afin de neutraliser l'alcool en excès de la liqueur de Fehling, et permettre la précipitation du cuivre non encore réduit, sous la forme d'un ferrocyanure couleur grenat.

» A la suite d'expériences comparatives que j'ai instituées, j'ai remarqué que, bien souvent, l'acide ajouté, continuait à produire des colorations plus ou moins rosées, suivant le papier à filtrer employé, alors que le terme de la réaction était atteint depuis longtemps. »

PHYSIOLOGIE COMPARÉE. — *Ablation des parathyroïdes chez l'Oiseau.* Note de MM. **Doyon** et **A. Jouty**, présentée par M. A. Chauveau.

« *Données anatomiques.* — L'appareil thyroïdien est placé chez l'Oiseau dans le thorax. Il est constitué par des glandes et des glandules (parathyroïdes). Les glandes sont au nombre de deux, une de chaque côté de la trachée. Les glandules sont situées soit immédiatement au-dessous des glandes, soit à un demi ou un centimètre au-dessous; généralement il en existe une, parfois deux.

» *Essais antérieurs.* — L'ablation de l'appareil thyroïdien a été fréquemment tentée. On a réussi à déterminer des troubles trophiques à évolution lente (Moussu, etc.). On n'a jamais déterminé d'accidents aigus.

» *Conditions expérimentales.* — L'ablation au bistouri des glandes et des glandules chez l'Oiseau est extrêmement difficile par suite de la situation profonde de ces organes et des rapports étroits qu'ils ont avec de très gros vaisseaux. Il est préférable de détruire sur place les glandes et les glandules en les serrant entre les mors plats d'une longue pince effilée préalablement chauffée.

» *Résultats.* — La cautérisation des seules glandules (parathyroïdes) détermine chez l'Oiseau (Coq, Poule), des accidents aigus absolument comparables à ceux qui ont été signalés chez le Chien et le Lapin. On constate : des paralysies, des contractures, des tremblements fibrillaires, des secousses musculaires, des tremblements généralisés, de la dyspnée, de la diarrhée, des vomissements, une soif intense, de l'hyperexcitabilité.

L'animal présente au début une démarche incertaine, ataxique, puis ne tarde pas à rester étendu. La crête des Coqs est par moment très congestionnée et violacée.

» Les accidents débutent 6 à 10 heures après l'opération. La mort peut survenir très rapidement, quelques heures après le début des accidents, parfois 24 à 36 heures seulement après l'intervention.

» On ne détermine pas la mort chez tous les opérés. Nous avons observé un Coq qui a présenté dès le lendemain de l'opération, pendant 8 jours, des troubles très caractérisés (tremblements, paralysies, contractures, équilibre instable, démarche incertaine, soif vive, vomissements, diarrhée) et qui, peu à peu, s'est complètement rétabli. Quelques opérés survivent sans présenter le moindre trouble. Il est possible qu'il existe des glandules supplémentaires. D'autre part, dans bien des cas, on ne voit pas nettement les parathyroïdes, surtout lorsqu'il y a la moindre hémorragie; une glandule ou une fraction de glandule peut échapper à la cautérisation.

» La destruction des parathyroïdes et des glandes, c'est-à-dire de l'ensemble de l'appareil thyroïdien, détermine les mêmes accidents que la seule parathyroïdectomie. »

BIOLOGIE GÉNÉRALE. — *De la sélection des petites différences que présentent les caractères à variations continues.* Note de M. **Georges Coutagne**, présentée par M. Alfred Giard.

« On a souvent répété, après Nægeli, que la sélection naturelle n'avait pas de prises sur les *petites* variations. Pour le démontrer on considère généralement l'exemple de la girafe : en supposant que la longueur du cou soit un avantage pour l'espèce, et qu'il ait fallu mille générations à la girafe pour allonger son cou de 1^m, on fait remarquer qu'*un cou plus long de 1^{mm} ne constitue évidemment pas un avantage assez grand pour donner prise à la sélection*.

» Mais ce raisonnement suppose que le caractère considéré, la longueur du cou, n'était variable, au moment de son évolution, que de 1^{mm} entre tous les différents sujets alors en lutte pour l'existence. Or, c'est là une supposition tout à fait contraire aux faits d'observation. Les caractères variables présentent, en général, des variations bien plus étendues. Au moment où le cou de la girafe était en pleine évolution, c'est-à-dire allongé par exemple de 50^{cm} *en moyenne*, il devait y avoir simultanément des sujets

à cou allongé de 35^{cm} à 40^{cm}, et d'autres à cou allongé de 60^{cm} à 65^{cm}, sans parler bien entendu des sujets à cou de longueur intermédiaire, les plus nombreux. Si la longueur du cou était un avantage, la sélection naturelle aura donc très bien pu s'exercer.

» Or, il suffit qu'une sélection soit faite au profit des sujets à caractères plus grands que la moyenne, pour que cette moyenne soit peu à peu majorée. En d'autres termes, dans une population présentant, *en moyenne*, pour le caractère a, une modalité a_1, la sélection des sujets $a_1 + e$ aura pour effet de donner une nouvelle population chez laquelle le caractère a présentera une moyenne relevée $a_1 + \varepsilon$, ε étant, il est vrai, bien plus petit que e. Mais la sélection des sujets $a_1 + \varepsilon + e$ donnera une nouvelle population à moyenne $a_1 + \varepsilon + \varepsilon'$, et ainsi de suite, en sorte que la moyenne du caractère a pourra atteindre après un certain nombre de générations une modalité a_2 très différente du point de départ a_1.

» C'est du moins ce que j'ai constaté expérimentalement chez les vers à soie, pour le caractère « grosseur relative des glandes soyeuses ». Des sélections méthodiques, poursuivies depuis 10 années consécutives, ont eu pour résultat de relever la moyenne de ce caractère de 40 pour 100 environ, sans que d'autre part sa variabilité (rapport de l'écart moyen à la moyenne) ait paru subir aucune diminution.

» Il résulte de ce qui précède que les caractères *présents* d'un individu ne sont pas l'expression complète des tendances héréditaires qu'il transmettra lui-même à ses descendants; il faut tenir compte aussi de ses caractères *latents*, que l'on ne peut préjuger dans une certaine mesure que d'après les caractères de son ascendance. On a constaté depuis longtemps déjà qu'un individu peut transmettre héréditairement certaines particularités des caractères sexuels secondaires du sexe opposé au sien. Pareillement les individus DR des croisements mendéliens semblent D purs, mais possèdent R à l'état latent. De même aussi, les sujets sélectionnés $a_1 + e$ de l'exemple précédent, possèdent à l'état latent des tendances à la modalité moyenne de leur ascendance, en sorte que leur descendance n'est, en moyenne, ni $a_1 + e$ comme eux, ni a_1 comme cette ascendance, mais $a_1 + \varepsilon$, intermédiaire entre a_1 et $a_1 + e$.

» Il y a donc là un point de similitude entre l'hérédité des caractères polytaxiques et celle des caractères non polytaxiques. Dans un cas comme dans l'autre, on entrevoit l'existence de facteurs héréditaires, de mnémons, qui semblent susceptibles de traverser en quelque sorte une génération sans se manifester : un individu les a reçus de son ascendance et les trans-

mettra à sa descendance, sans que sa propre évolution individuelle en paraisse influencée.

» Mais il faut noter par contre que les caractères *présents* semblent influer notablement sur les mnémons, dans le cas du moins des caractères non polytaxiques, puisque la sélection successive des sujets $a_1 + e$, $a_1 + \varepsilon + e$, $a_1 + \varepsilon + \varepsilon' + e$, ... permet d'obtenir des sujets a_2 chez lesquels le caractère a est beaucoup majoré par rapport à ce qu'il était chez les sujets $a_1 + e$ à caractère a le plus majoré de la première génération. Les mnémons des cellules germinales des sujets a_2 de la dernière génération sont évidemment très différents de ceux des cellules germinales des sujets $a_1 + e$ de la première.

» En d'autres termes, les mnémons des caractères non polytaxiques semblent susceptibles d'être modifiés, et cette modification paraît être analogue à celle qui a pour effet de rendre héréditaires les caractères acquis. Les caractères présents, qu'ils résultent de la sélection des tendances héréditaires innées ou, au contraire, de l'influence des milieux pendant le cours de l'évolution individuelle, seraient donc intégrés dans une certaine mesure par les mnémons : une partie de la majoration dans un certain sens que présentent les caractères présents par rapport aux caractères ancestraux serait ajoutée à l'innéité que les mnémons ont pour fonction de transmettre.

» Au surplus, les variations acquises ne diffèrent vraisemblablement des variations innées que parce que les unes sont produites pendant le cours de l'évolution du soma, tandis que les autres sont produites pendant les premiers moments de cette évolution, lorsque, dans l'œuf fécondé, le ou les mnémons apportés par l'élément femelle se rencontrent pour la première fois avec le ou les mnémons apportés par l'élément mâle. Il ne serait donc pas surprenant que les variations innées, tout comme les variations acquises, soient intégrées de la même façon dans les mnémons.

» La persistance à l'état latent, pendant plusieurs générations, des caractères mendéliens récessifs (sujets DR) est un phénomène qui paraît au premier abord tout opposé au précédent. Mais la modification des mnémons des caractères non polytaxiques par les caractères présents est toujours très faible d'une génération à la suivante, et l'on n'a pas encore étudié expérimentalement, si les caractères mendéliens récessifs ne perdaient pas quelque chose de leur puissance héréditaire lorsqu'ils restaient latents pendant un nombre notable de générations successives. »

BOTANIQUE. — *Sur le double appareil sécréteur des* Dipteryx (*Coumarouna*). Note de MM. **Edouard Heckel** et **H. Jacob de Cordemoy**, présentée par M. Gaston Bonnier.

« Le *Dipteryx* (Coumarouna) *odorata* Wild., et probablement tout le genre *Dipteryx*, présente à la fois, du moins pendant la période adulte, une résine copal sécrétée par des poches sécrétrices disséminées dans différents membres de la plante et un tannoglucose (*kino*) qui remplit des cellules spéciales bien différenciées.

» Les observations qui démontrent cette manière de voir sont les suivantes :

» 1° Des coupes transversales et longitudinales d'un rameau de l'arbre montrent des poches sécrétrices peu nombreuses et peu remplies de résine copal qui sont situées dans la zone corticale. Des cellules à large diamètre bien différenciées et contenant un kino rouge liquide, sont au contraire fort nombreuses et réunies par groupes : *a*, dans la périphérie de la moelle et dans la partie interne de la zone ligneuse; *b*, dans la zone libérienne; *c*, dans la région corticale elle-même. Elles sont disposées en séries longitudinales continues.

» 2° Des coupes dans la feuille adulte montrent un contenu rouge foncé (kino) dans les cellules du parenchyme palissadique et lacuneux, et des poches sécrétrices qui occupent la partie moyenne de l'épaisseur du limbe.

» 3° Des coupes de la fleur montrent : *a*, dans tout le tissu ovarien de nombreuses poches sécrétrices voisines de la surface font même saillie sous l'épiderme et apparaissent à l'œil nu, comme des verrues de coloration claire. Entre les poches sécrétrices on remarque de nombreuses cellules à kino; *b*, parmi les pièces florales, on observe dans les sépales, sur les coupes, des poches sécrétrices peu nombreuses toutefois, tout à fait semblables à celles dont il vient d'être question et des cellules à kino répandues dans le parenchyme. Autour de chacun des faisceaux libéroligneux, il existe constamment un cercle assez régulier de cellules à kino. Rien dans les pétales et les étamines.

» 4° Des coupes dans le fruit mûr montrent de très nombreuses poches sécrétrices, criblant en quelque sorte tout le tissu du mésocarpe et de l'endocarpe osseux : elles sont moins nombreuses dans cette dernière partie du fruit, mais les unes et les autres sont chargées de résine copal. Chacune de ces poches sécrétrices offre une assise de cellules bordantes, hautes et cylindriques, très nette. Durant la transformation progressive de l'ovaire en fruit, le nombre des poches sécrétrices augmente considérablement. Entre ces poches, les cellules à kino existent, mais leur importance est relativement réduite dans le fruit, à l'inverse de ce que l'on observe dans la tige.

» 5° Dans le pédoncule du fruit, pas de poches sécrétrices, on n'y voit que des cellules à kino réparties à peu près comme dans la tige.

» *Développement et ordre d'apparition de ces deux sortes d'éléments sécréteurs. — Étude d'une plante jeune.*

» Nous n'avons à notre disposition qu'une jeune tige pourvue de ses feuilles. En

coupe transversale et longitudinale, la jeune tige n'offre qu'une rangée de poches sécrétrices corticales situées sous l'épiderme où elles font saillie.

» Aucun élément à kino ne s'observe, ni dans l'écorce, ni dans la région libérienne, ni dans la zone périmédullaire. Ces éléments ne se différencient donc que tardivement. Dans le pétiole commun de la feuille composée, on ne trouve aussi que des poches sécrétrices situées dans la couche corticale de l'organe. Dans la nervure médiane de la foliole, même observation.

» Dans le limbe de la feuille, poches sécrétrices nombreuses occupant presque toute l'épaisseur du parenchyme foliaire. Aussi les folioles de ces jeunes feuilles sont-elles nettement ponctuées quand on les regarde par transparence : pas de cellules à kino; odeur très marquée de comarine (comme les graines).

» *Conclusions.* — Le *Dipteryx odorata* et probablement tous les *Dipteryx*, comme on va le voir, sont des plantes à double sécrétion : résineuse (copal) et tannique (kino).

» En ce qui touche à l'ordre d'apparition de cette double série d'éléments sécréteurs, l'étude de la plantule dans *D. odorata* montre que ce sont les poches sécrétrices qui apparaissent les premières. Postérieurement, les cellules à kino se différencient. Pour ce qui a trait au développement relatif des poches sécrétrices et des cellules à kino, il faut distinguer, selon que l'on considère tel ou tel organe de la plante :

» *a.* Dans la tige, les poches sécrétrices restent fort peu nombreuses et localisées dans la couche corticale (écorce primaire et secondaire). Bientôt, ce sont les cellules à kino qui prennent la plus grande importance physiologique et anatomique.

» *b.* Dans l'ovaire d'abord et dans le fruit ensuite, c'est l'inverse qui se produit. Les poches sécrétrices sont les plus nombreuses et les plus actives; elles se localisent surtout dans le mésocarpe, tandis que, dans le même organe, les cellules à kino n'ont qu'une importance secondaire et relativement faible.

» Quoique disposant d'échantillons d'herbier fort incomplets, nous avons pu, dans diverses espèces de ce genre, relever les faits suivants qui nous permettent de donner à nos conclusions une certaine généralisation :

» Dans l'axe de l'inflorescence de *D. rosea* Spruce, on retrouve les caractères signalés dans la tige de *D. odorata*. Même observation dans *D. oppositifolia* Wild. dont l'échantillon copieux et bien conservé a pu nous permettre d'étendre nos recherches. Dans le pétiole commun, nous constatons la présence de grandes cellules à kino situées dans le liber et accompagnant le faisceau ligneux, puis des poches sécrétrices dans la couche corticale. Dans la feuille, même disposition que dans *D. odorata*. Dans la paroi de l'ovaire, les cellules à kino forment une couche continue au-dessous de l'épiderme; viennent ensuite des poches sécrétrices, peu nombreuses, toutefois, en

une seule rangée. La tige présente les mêmes dispositions que dans *D. odorata,* mais les cellules à kino, moins nombreuses, ont un diamètre plus petit.

» Dans la tige de *D. alata* Vog., mêmes dispositions que dans *D. odorata,* mais on trouve des cellules à kino jusque dans la partie centrale de l'écorce. Dans les feuilles, cellules à kino, mais pas de poches sécrétrices.

» Le *D. coriacea* Klotzsch, examiné dans un rameau, présente les dispositions indiquées pour les espèces précédentes.

» Il y a donc uniformité de structure et de distribution des appareils sécréteurs entre les deux sections *Encoumarouna* et *Taralea* du genre, les espèces que nous venons d'examiner étant réparties dans ces deux sections. »

CRISTALLOGRAPHIE. — *Sur les transformations polymorphiques*. Note de M. **Wallerant**, présentée par M. de Lapparent.

« Depuis Pasteur on sait que, en général, les différentes formes cristallines d'un corps polymorphe sont très voisines, et que les éléments de symétrie de l'une se retrouvent dans l'autre comme éléments approchés. On a beaucoup discuté sur la nature de la transformation de structure qui se produit au passage de l'une des formes à l'autre; on s'est demandé comment des éléments de symétrie approchés pouvaient devenir des éléments réels. Aujourd'hui, grâce à l'observation et à l'expérience, il est possible de répondre d'une façon catégorique à cette question.

» Voyons, par exemple, comment un plan de symétrie approché devient un plan de symétrie et remarquons tout d'abord que, dans la forme la moins symétrique, il existe une rangée peu inclinée sur le plan de symétrie approché, et qui lui devient perpendiculaire dans la transformation. L'observation nous apprend que si le cristal passe de la forme la moins symétrique à la forme la plus symétrique, sous l'influence de la chaleur par exemple, il se produit, avant la transformation, un grand nombre de lamelles hémitropes, ayant pour plan de glissement le plan approché et pour rangée principale, précisément la rangée qui, dans la transformation, devient perpendiculaire au plan. En outre, lorsque la modification s'est produite, deux lamelles, primitivement symétriques, ont même orientation. Or, j'ai démontré que des macles artificielles ne pouvaient se produire que si le plan de glissement était un plan diamétral, et du système réticulaire et de la particule complexe, la direction conjuguée étant celle de la rangée principale. On voit donc que le passage de la forme la moins symétrique

à la forme la plus symétrique se fait d'une façon graduelle : le plan de symétrie approché se transforme en un plan diamétral, puis, la direction conjuguée devenant perpendiculaire, en un plan de symétrie, de sorte que deux lamelles hémitropes symétriques deviennent parallèles. De même, un axe de symétrie approché devient un diamètre de la forme la moins symétrique, avant d'être un axe réel de symétrie de l'autre forme.

» On voit donc que les molécules constituant la particule la plus symétrique se retrouvent dans la moins symétrique; mais, tandis que dans celle-ci elles sont diamétralement placées, elles sont réparties symétriquement dans celle-là. »

GÉOLOGIE. — *Sur les racines des nappes de charriage dans la chaîne des Alpes.* Note de M. **Émile Haug**, présentée par M. Michel Lévy.

« Dans une Note antérieure, j'ai montré que la racine de la *nappe inférieure de Sulens*, de même que celle de la lame correspondante du Néocomien à Céphalopodes de Cheville, devait être recherchée moins loin à l'intérieur des Alpes que celle de la *nappe moyenne* et de la zone correspondante des Préalpes, située dans la zone des Aiguilles d'Arves et du val Ferret, et que, par conséquent, elle se trouve dans le faisceau du mont Blanc.

» Je vais préciser de même la racine de la nappe qui comprenait à la fois les *Préalpes médianes* et les *sommets des Annes et de Sulens*, en déterminant l'emplacement de la racine d'une nappe plus élevée, celle des *brèches du Chablais et de la Hornfluh*.

» Le faciès des brèches jurassiques se rencontre surtout dans la continuation de la zone du Briançonnais proprement dite, c'est-à-dire dans les massifs situés sur la rive gauche du Rhône valaisan (C. Schmidt). Aucun faciès analogue n'est connu plus au sud. Si la nappe supérieure des Préalpes a sa racine dans la zone du Briançonnais et du Combin, il est évident que la nappe sous-jacente, celle des Préalpes médianes, a une origine moins interne.

» C'est donc encore dans la zone des Aiguilles d'Arves que je suis amené à la chercher et ce résultat est confirmé par des considérations de faciès. En effet, les argilolithes rouges du Trias supérieur, la lumachelle du Rhétien, le Lias à silex, le Malm coralligène, qui caractérisent les Préalpes médianes, ont leurs analogues dans les lambeaux de recouvrement de l'Ubaye, dont les racines sont situées dans la zone des Aiguilles d'Arves. La zone du Briançonnais, plus interne, possède des faciès tout différents. Nous ne connaissons d'ailleurs nulle part le bord interne de la zone des Aiguilles

d'Arves. Les travaux de M. Termier ont montré que cette zone paraît réduite, en arrière du massif du Pelvoux, à une largeur infime, uniquement parce qu'elle est presque entièrement cachée sous les plis couchés du Briançonnais. Je suis porté à croire que tout le bord interne de la zone des Aiguilles d'Arves est de même recouvert, en arrière du mont Blanc et sur la rive gauche du Rhône valaisan, par le bord externe de la zone du Briançonnais. Si ma supposition est fondée, la racine des Préalpes médianes est sans doute entièrement recouverte par les grands plis du Val de Bagnes, du val d'Hérens et du val d'Anniviers. Peut-être même est-elle réduite à une simple *cicatrice,* comme celle de la nappe supérieure de l'Ubaye. Ainsi tomberait l'argument que j'avais tiré moi-même, contre l'hypothèse du charriage des Préalpes, de l'absence des faciès préalpins dans le Briançonnais et dans le Valais.

» En arrière de la zone du Briançonnais s'étale largement, avec ses plis en retour et ses massifs centraux de roches cristallophylliennes, la *zone du Piémont.* Aucune grande nappe ne semble y avoir sa racine.

» Puis vient la *zone des amphibolites d'Ivrée,* que j'ai envisagée, dès 1896, comme la vraie limite entre les Alpes septentrionales et les Alpes méridionales. Elle se prolonge vers l'est « par un synclinal de calcaires triasiques, qui suit la rive droite de » l'Adda jusqu'à Tirano et qui, de ce point, se dirige vers le nord-est, par les vallées » d'Oglio et d'Ulten ». La Carte qui accompagnait mon travail ne laisse aucun doute ni sur le trajet que j'ai assigné à la continuation de la zone d'Ivrée, ni sur la continuité que j'ai admise entre cette zone et celle du Gailthal, en passant par le Penser Joch, Bruneck et Sillian. C'est exactement cette même bande que M. Termier vient à son tour d'envisager comme la ligne axiale des Alpes, d'où, dit-il, « sont parties, vers » le nord ou l'ouest, toutes les nappes supérieures, celles d'Autriche, de Bavière, de » Suisse ou de France ».

» Je n'irai pas si loin que mon confrère et je n'admettrai pas davantage, comme le fait M. Lugeon, que la racine des Préalpes médianes se trouve dans cette zone des amphibolites d'Ivrée. Toutes les racines des nappes de Suisse, je viens de le montrer, sont situées au nord de la zone du Piémont; il n'existe pas, par conséquent, en Suisse, de « nappes à racines internes ». Le Falkuis correspond, non pas à la nappe des Préalpes médianes (Lugeon), mais à celle de la Brèche, puisque des brèches jurassiques tout à fait semblables à celles du Chablais et de la Hornfluh s'y rencontrent.

» Il est manifeste, dès lors, que le Rhätikon appartient à une nappe supérieure à toutes les nappes suisses. J'ai fait entrevoir dès 1899 la possibilité de chercher sa racine dans la zone des amphibolites d'Ivrée.

» Logiquement le charriage du Rhätikon entraîne la même conséquence pour toute la large *zone des Alpes calcaires septentrionales,* et la racine ne peut en être cherchée que dans la continuation orientale de la zone des amphibolites d'Ivrée, dans la zone du Gailthal. Plusieurs membres du Congrès géologique international ont eu à Vienne, au mois d'août dernier, l'heureux privilège d'entendre M. Suess développer cette nouvelle conception des Alpes orientales, M. Termier a émis depuis la même hypothèse en

partant de l'étude de la zone centrale. Je compte prochainement, dans une Note en collaboration avec M. Lugeon, apporter à l'appui de l'hypothèse du charriage des Alpes calcaires septentrionales, des arguments nouveaux, basés sur des observations personnelles dans le Salzkammergut. »

GÉOLOGIE. — *Contribution à la connaissance des formations lutéciennes au Sénégal.* Note de M. **Stanislas Meunier.**

« Un de nos plus brillants officiers du Génie, M. le capitaine Friry, a bien voulu me rapporter tout récemment, pour le Muséum, une curieuse collection d'échantillons géologiques recueillis au cours d'une mission dont l'objectif est la construction du chemin de fer du Soudan, de Dakar à Kayes et de Kayes à Bamako,

» Sans préjudice des résultats fournis par l'examen des spécimens relatifs à ce long itinéraire, j'appellerai seulement l'attention aujourd'hui sur des faits qui concernent l'extension de la mer éocène dans l'ouest africain, question des plus intéressantes dont M. de Lapparent a résumé récemment l'état actuel (¹).

» Il s'agit cette fois de trouvailles réalisées dans une localité appelée Balol et qui est située entre Kaël et N'gahaye, sur la limite commune du Baol et du Saloun oriental : les spécimens ont été procurés par une excavation de 2^m de profondeur; ils consistent en fragments de calcaire empâtant divers fossiles.

» La roche est blanchâtre ou très légèrement ocracée en certains points, et sa ressemblance d'aspect est frappante avec la pierre à bâtir des environs immédiats de Paris, et spécialement de Vanves, d'Arcueil et de Gentilly. La solution dans les acides en sépare une forte proportion d'argile facilement rubéfiée au contact de l'air et une très petite quantité de grains sableux dont la plupart sont ferrugineux. En lame mince, au microscope, la roche présente la même structure que le calcaire parisien, et l'on y voit, en même abondance, les débris de coquilles fossiles et les traces de foraminifères et de diatomées.

» Quant aux restes organiques relativement volumineux, ils forment un ensemble qui, au premier abord, paraît différer des collections déjà décrites par la très grande prédominance numérique des huîtres, mol-

(¹) *Bull. de la Société géologique de France*, 4ᵉ série, t. III, 1903, p. 299.

lusques qui ne semblent guère avoir été mentionnés dans les publications dont l'éocène moyen du Sénégal a été l'objet jusqu'à présent.

» Parmi ces huîtres, on en remarque une qui se rapproche beaucoup de l'*Ostrea Fraasi* et qui, tout en montrant la même allure générale, la même charnière et les mêmes crénelures marginales, est pourtant plus allongée et moins large. Des individus de l'*O. elegans* Desh., espèce commune aux environs de Paris, se présentent en nombre, avec l'aspect des échantillons que M. Mayer-Eymar a recueillis en Egypte et qui sont exposés dans la galerie de Paléontologie du Muséum. Il y a en outre de petites huîtres plissées qui, malgré leur analogie évidente avec l'*Ostrea flabellula* Lamck., si abondante dans le calcaire grossier de Paris, semblent présenter des caractères spéciaux, légitimant l'admission d'une espèce nouvelle. Nous l'inscrirons sous la dénomination d'*Ostrea Friryi,* en l'honneur du courageux voyageur à qui nous la devons.

» Avec ces coquilles, et quelques autres qui devront être examinées, la collection comprend un moule interne de mytilacée, un débris de *Modiola pectinata* Lamck., pareille aux échantillons de Parnes et de Grignon, une *Ancillaria* très allongée et qui fait penser à certains échantillons de l'*A. canalifera* de Paris, un moule interne d'un gastropode donnant l'impression d'une Paludine et qui pourrait être le *Natica acuta* Desh., et enfin un Oursin qu'à première vue j'avais pris pour le *Nucleolites grignonensis* Defrance.

» Heureusement, sans m'en fier à cette appréciation, j'ai eu l'idée de soumettre le fossile à notre grande autorité échinologique, M. J. Lambert, et ce savant paléontologiste a reconnu, dans le spécimen qu'il a bien voulu étudier, le type d'une espèce nouvelle, à laquelle il impose le nom de *Plagiopygus daradensis* (1).

» Dans la lettre qu'il m'a fait l'honneur de m'adresser, M. Lambert constate que le nouvel Oursin est surtout voisin des *Plagiopigus grignonensis* Defrance, du lutécien des environs de Paris et *P. Desnoyersi* Desor, de l'éocène moyen de Fresville. Il est cependant, ajoute-t-il, moins allongé, ses pétales plus renflés sont plus larges, plus lancéolés; les postérieurs sont plus courts; ses zones porifères sont plus inégales.

» M. Lambert a soumis cet échantillon à une étude complète et il en a rédigé une description qu'il a bien voulu me communiquer. On désirera la publication intégrale et prochaine de ce savant travail, que je me ferais scrupule de déflorer ici.

» *En résumé,* les faits qui découlent de l'examen des matériaux rapportés par M. le capitaine Friry confirment l'opinion d'une large extension de la mer éocène en Afrique; ils tendent en outre, par l'analogie de plusieurs des fossiles de Balol avec ceux que renferment les assises égyptiennes, à démontrer une communication marine directe, à l'époque du calcaire grossier, entre le Sénégal et l'Égypte. »

---

(1) De *Daradus,* nom antique du Sénégal, d'après Ptolémée.

CHIRURGIE. — *Emploi général du crin de Florence en Chirurgie.* Note de M. **Wassilieff.** (Extrait.)

« Depuis plus de 7 ans, j'emploie systématiquement le crin de Florence à l'exclusion de toute autre espèce de fils, pour sutures perdues, ligatures de pédicules, ligatures d'artères, même de la fémorale et j'ai définitivement adopté cette manière de faire.

» Ma première laparotomie avec ligatures et sutures perdues au crin de Florence date de novembre 1895. J'ai depuis cette époque employé le crin de Florence à l'exclusion des autres fils, dans plus de 300 opérations et je n'ai eu qu'à me louer de cet exclusivisme.

» Je revendique la priorité de l'application générale du crin de Florence à toutes les ligatures ou sutures perdues. »

A 4 heures l'Académie se forme en Comité secret.

COMITÉ SECRET.

La Section de Minéralogie présente la liste suivante de candidats, pour la place laissée vacante par le décès de M. *Munier-Chalmas* :

En première ligne, par ordre alphabétique	MM. **Barrois.** **Lacroix.**
En seconde ligne	M. **Douvillé.**
En troisième ligne, par ordre alphabétique	MM. **Bergeron.** **Boule.** **Haug.** **De Launay.** **Termier.** **Wallerant.**

Les titres de ces candidats sont discutés.

L'élection aura lieu dans la prochaine séance.

La séance est levée à 4 heures trois quarts.

G. D.

On souscrit à Paris, chez GAUTHIER-VILLARS,
Quai des Grands-Augustins, n° 55.

Depuis 1835 les **COMPTES RENDUS** hebdomadaires paraissent régulièrement le *Dimanche*. Ils forment, à la fin de l'année, deux volumes in-4°. Deux Tables, l'une par ordre alphabétique de matières, l'autre par ordre alphabétique de noms d'Auteurs, terminent chaque volume. L'abonnement est annuel et part du 1er Janvier.

Le prix de l'abonnement est fixé ainsi qu'il suit :
Paris : 30 fr. — Départements : 40 fr. — Union postale : 44 fr.

On souscrit, dans les Départements,

	chez Messieurs :
Agen	Ferran frères.
Alger	Chaix. Jourdan. Ruff.
Amiens	Courtin-Hecquet.
Angers	Germain et Grassin. Gastineau.
Bayonne	Jérôme.
Besançon	Régnier.
Bordeaux	Feret. Laurens. Muller (G.).
Bourges	Renaud.
Brest	Derrien. F. Robert. Oblin. Uzel frères.
Caen	Jouan.
Chambery	Perrin.
Cherbourg	Henry. Marguerie.
Clermont-Ferr.	Juliot. Bouy.
Dijon	Nourry. Ratel. Rey.
Douai	Lauverjat. Degez.
Grenoble	Drevet. Gratier et Cie.
La Rochelle	Foucher.
Le Havre	Bourdignon. Dombre.
Lille	Thorez. Quarré.
Lorient	Baumal. Mme Texier.
Lyon	Bernoux et Cumin. Georg. Effantin. Savy. Vitte.
Marseille	Ruat.
Montpellier	Valat. Coulet et fils.
Moulins	Martial Place.
Nancy	Jacques. Grosjean-Maupin. Sidot frères.
Nantes	Guist'hau. Veloppé.
Nice	Barma. Appy.
Nîmes	Thibaud.
Orléans	Loddé.
Poitiers	Blanchier. Lévrier.
Rennes	Plihon et Hervé.
Rochefort	Girard (Mlles).
Rouen	Langlois. Lestringant.
St-Étienne	Chevalier.
Toulon	Ponteil-Burles. Rumèbe.
Toulouse	Gimet. Privat.
Tours	Boisselier. Péricat. Suppligeon.
Valenciennes	Giard. Lemaître.

On souscrit, à l'Étranger,

	chez Messieurs :
Amsterdam	Feikema Caarelsen et Cie.
Athènes	Beck.
Barcelone	Verdaguer.
Berlin	Asher et Cie. Dames. Friedlander et fils. Mayer et Müller.
Berne	Schmid Francke.
Bologne	Zanichelli.
Bruxelles	Lamertin. Mayolez et Audiarte. Lebègue et Cie.
Bucharest	Sotchek et Ce. Alcalay.
Budapest	Kilian.
Cambridge	Deighton, Bell et Co.
Christiania	Cammermeyer.
Constantinople	Otto Keil.
Copenhague	Höst et fils.
Florence	Seeber.
Gand	Hoste.
Gênes	Beuf.
Genève	Cherbuliez. Georg. Stapelmohr.
La Haye	Belinfante frères.
Lausanne	Benda. Payot et Cie.
Leipzig	Barth. Brockhaus. Kœhler. Lorentz. Twietmeyer.
Liége	Desoer. Gnusé.
Londres	Dulau. Hachette et Cie. Nutt.
Luxembourg	V. Bück.
Madrid	Ruiz et Cie. Romo y Fussel. Capdeville. F. Fé.
Milan	Bocca frères. Hœpli.
Moscou	Tastevin.
Naples	Marghieri di Gius. Pellerano.
New-York	Dyrsen et Pfeiffer. Stechert. Lemcke et Buechner
Odessa	Rousseau.
Oxford	Parker et Cie
Palerme	Reber.
Porto	Magalhaès et Moniz
Prague	Rivnac.
Rio-Janeiro	Garnier.
Rome	Bocca frères. Loescher et Cie.
Rotterdam	Kramers et fils.
Stockholm	Nordiska Boghandel.
St-Pétersbourg	Zinserling. Wolff.
Turin	Bocca frères. Brero. Clausen. Rosenberg et Sellier.
Varsovie	Gebethner et Wolff.
Vérone	Drucker.
Vienne	Frick. Gerold et Cie.
Zürich	Meyer et Zeller.

TABLES GÉNÉRALES DES COMPTES RENDUS DES SÉANCES DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

Tomes 1er à 31. — (3 Août 1835 à 31 Décembre 1850.) Volume in-4°; 1853. Prix .... 25 fr.
Tomes 32 à 61. — (1er Janvier 1851 à 31 Décembre 1865.) Volume in-4°; 1870. Prix .... 25 fr.
Tomes 62 à 91. — (1er Janvier 1866 à 31 Décembre 1880.) Volume in-4°; 1889. Prix .... 25 fr.
Tomes 92 à 121. — (1er Janvier 1881 à 31 Décembre 1895.) Volume in-4°; 1900. Prix .... 25 fr.

SUPPLÉMENT AUX COMPTES RENDUS DES SÉANCES DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES :

Tome I. — Mémoire sur quelques points de la Physiologie des Algues, par MM. A. Derbès et A.-J.-J. Solier. — Mémoire sur le Calcul des Perturbations qu'éprouvent les Comètes, par M. Hansen. — Mémoire sur le Pancréas et sur le rôle du suc pancréatique dans les phénomènes digestifs, particulièrement dans la digestion des matières grasses, par M. Claude Bernard. Volume in-4°, avec 32 planches; 1856 .... 25 fr.

Tome II. — Mémoire sur les vers intestinaux, par M. P.-J. Van Beneden. — Essai d'une réponse à la question de Prix proposée en 1850 par l'Académie des Sciences pour le concours de 1853, et puis remise pour celui de 1856, savoir : « Étudier les lois de la distribution des corps organisés fossiles dans les différents terrains sédimentaires, suivant l'ordre de leur superposition. — Discuter la question de leur apparition ou de leur disparition successive ou simultanée. — Rechercher la nature des rapports qui existent entre l'état actuel du règne organique et ses états antérieurs », par M. le Professeur Bronn. In-4°, avec 7 planches; 1861 .... 25 fr.

A la même Librairie les Mémoires de l'Académie des Sciences, et les Mémoires présentés par divers Savants à l'Académie des Sciences.

N° 1.

TABLE DES ARTICLES. (Séance du 4 janvier 1904.)

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS
DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

MÉMOIRES PRÉSENTÉS.

CORRESPONDANCE.

COMITÉ SECRET.

PARIS. — IMPRIMERIE GAUTHIER-VILLARS,
Quai des Grands-Augustins, 55.

Le Gérant : Gauthier-Villars.

1904

PREMIER SEMESTRE.

COMPTES RENDUS

HEBDOMADAIRES

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES

PAR MM. LES SECRÉTAIRES PERPÉTUELS.

TOME CXXXVIII.

N° 2 (11 Janvier 1904).

PARIS,

GAUTHIER-VILLARS, IMPRIMEUR-LIBRAIRE

DES COMPTES RENDUS DES SÉANCES DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES,

Quai des Grands-Augustins, 55.

1904

RÈGLEMENT RELATIF AUX COMPTES RENDUS

ADOPTÉ DANS LES SÉANCES DES 23 JUIN 1862 ET 24 MAI 1875

Les *Comptes rendus hebdomadaires des séances de l'Académie* se composent des extraits des travaux de ses Membres et de l'analyse des Mémoires ou Notes présentés par des savants étrangers à l'Académie.

Chaque cahier ou numéro des *Comptes rendus* a 48 pages ou 6 feuilles en moyenne.

26 numéros composent un volume.

Il y a deux volumes par année.

ARTICLE 1er. — *Impression des travaux de l'Académie.*

Les extraits des Mémoires présentés par un Membre ou par un associé étranger de l'Académie comprennent au plus 6 pages par numéro.

Un Membre de l'Académie ne peut donner aux *Comptes rendus* plus de 50 pages par année.

Toute Note manuscrite d'un Membre de l'Académie ou d'une personne étrangère ne pourra paraître dans le *Compte rendu* de la semaine que si elle a été remise le jour même de la séance.

Les Rapports ordinaires sont soumis à la même limite que les Mémoires; mais ils ne sont pas compris dans les 50 pages accordées à chaque Membre.

Les rapports et Instructions demandés par le Gouvernement sont imprimés en entier.

Les extraits des Mémoires lus ou communiqués par les Correspondants de l'Académie comprennent au plus 4 pages par numéro.

Un Correspondant de l'Académie ne peut donner plus de 32 pages par année.

Les *Comptes rendus* ne reproduisent pas les discussions verbales qui s'élèvent dans le sein de l'Académie; cependant, si les Membres qui y ont pris part désirent qu'il en soit fait mention, ils doivent rédiger, séance tenante, des Notes sommaires, dont ils donnent lecture à l'Académie avant de les remettre au Bureau. L'impression de ces Notes ne préjudicie en rien aux droits qu'ont ces Membres de lire, dans les séances suivantes, des Notes ou Mémoires sur l'objet de leur discussion.

Les Programmes des prix proposés par l'Académie sont imprimés dans les *Comptes rendus*, mais les Rapports relatifs aux prix décernés ne le sont qu'autan que l'Académie l'aura décidé.

Les Notices ou Discours prononcés en séance pu blique ne font pas partie des *Comptes rendus.*

ARTICLE 2. — *Impression des travaux des Savants étrangers à l'Académie.*

Les Mémoires lus ou présentés par des personne qui ne sont pas Membres ou Correspondants de l'Aca démie peuvent être l'objet d'une analyse ou d'un ré sumé qui ne dépasse pas 3 pages.

Les Membres qui présentent ces Mémoires son tenus de les réduire au nombre de pages requis. L Membre qui fait la présentation est toujours nommé mais les Secrétaires ont le droit de réduire cet Extrai autant qu'ils le jugent convenable, comme ils le fon pour les articles ordinaires de la correspondance offi cielle de l'Académie.

ARTICLE 3.

Le *bon à tirer* de chaque Membre doit être remis l'Imprimerie le mercredi au soir, ou, au plus tard, l jeudi à 10 heures du matin; faute d'être remis à temps le titre seul du Mémoire est inséré dans le *Compte rend* actuel, et l'extrait est renvoyé au *Compte rendu* sui vant et mis à la fin du cahier.

ARTICLE 4. — *Planches et tirage à part.*

Les *Comptes rendus* ne contiennent ni planches, n figures.

Dans le cas exceptionnel où des figures seraien autorisées, l'espace occupé par ces figures compter pour l'étendue réglementaire.

Le tirage à part des articles est aux frais des au teurs; il n'y a d'exception que pour les Rapports e les Instructions demandés par le Gouvernement.

ARTICLE 5.

Tous les six mois, la Commission administrative fai un Rapport sur la situation des *Comptes rendus* aprè l'impression de chaque volume.

Les Secrétaires sont chargés de l'exécution du pré sent Règlement.

Les Savants étrangers à l'Académie qui désirent faire présenter leurs Mémoires par MM. les Secrétaires perpétuels sont priés de le déposer au Secrétariat au plus tard le Samedi qui précède la séance, avant 5h. Autrement la présentation sera remise à la séance suivante

ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 11 JANVIER 1904,

PRÉSIDENCE DE M. MASCART.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

PHYSIOLOGIE. — *Action des rayons X sur les tissus animaux.* Note de MM. R. Lépine et Boulud.

« Nous avons étudié l'action des rayons X : 1° sur le ferment diastasique du pancréas; 2° sur le glycogène et le sucre du foie; 3° sur le pouvoir glycolytique (et glycogénique) du sang.

» I. Nous enlevons le pancréas à des chiens sains, à jeun depuis environ 16 heures. Nous coupons l'organe en petits fragments. Quelques-uns sont exposés aux rayons X d'une ampoule assez dure (1). D'autres, exactement de même poids, sont laissés dans la même chambre à la même température de 20°, mais à l'abri des rayons. Au bout d'une heure, les premiers sont introduits dans un ballon stérilisé renfermant 100^{cm^3} d'empois d'amidon, à 1 pour 100, additionné d'un peu de thymol. Les seconds sont mis, en même temps, dans un ballon exactement semblable, et les deux ballons sont portés à l'étuve. 4 heures plus tard, nous dosons le pouvoir réducteur (évalué en glucose) du contenu des deux ballons (2).

» Nous avons fait ainsi cinq expériences. Dans *toutes*, nous avons trouvé que les ballons renfermant les fragments de pancréas exposés aux rayons X présentaient un pouvoir réducteur beaucoup plus fort que les ballons témoins correspondants. La différence a, dans un cas, dépassé 25 pour 100. La moyenne de nos cinq expériences est 12 pour 100.

---

(1) Le degré radiochromométrique de notre ampoule, fonctionnant avec une intensité de 6 ampères, est égal à une épaisseur de 7^{mm} d'aluminium. L'étincelle équivalente est de 18^{cm} environ.

(2) Il eût été désirable d'y doser séparément le maltose et le glucose. Malheureusement, nous n'avons pu débarrasser complètement nos liquides de dextrine déviant fortement à droite.

» II. Nous broyons rapidement un gros morceau du foie d'un chien qui vient d'être sacrifié par hémorragie (1). Nous étalons la pulpe sur deux assiettes, dont l'une est placée sous notre ampoule, et l'autre, dans la même chambre, à l'abri des rayons. Au bout d'une demi-heure à une heure, nous prélevons un poids égal de pulpe dans chaque assiette, et nous l'immergeons dans l'acide trichloracétique pour le dosage du glycogène (2) et du sucre (3).

» Nous avons fait, avec le foie, neuf expériences. Elles nous ont montré que la pulpe exposée aux rayons X, pendant *moins* de 1 heure, renferme presque toujours moins de glycogène et plus de sucre (4) que la pulpe témoin, et que la *somme* du glycogène et du sucre y est moindre. Il est donc certain que le premier effet des rayons X est de favoriser la glycogénie et la glycolyse hépatiques.

» Si la pulpe est exposée pendant plus de 1 heure aux rayons X, on y trouve, presque toujours, relativement à la pulpe témoin, plus de sucre et aussi plus de glycogène, ce qui prouve que, sous l'influence prolongée de ces rayons, la glycogénie et la glycolyse hépatiques sont diminuées.

» III. Nous versons le sang, aseptiquement défibriné, dans deux petits plats ou dans deux vases d'aluminium. L'un sert de témoin, l'autre est exposé aux rayons X. Nous dosons les matières sucrées après 15 minutes et après 1 heure 15 minutes.

» Dans le premier cas, et malgré le peu de temps écoulé, nous avons presque toujours observé une diminution notable des matières sucrées dans le sang exposé aux rayons X. Quand il n'en est pas ainsi, il ne faut pas se hâter de conclure que la glycolyse a été diminuée; car il peut s'être

---

(1) Dans quelques cas, nous avons opéré sur des tranches minces de foie, afin de soumettre aux rayons X le tissu *aussitôt* après la mort. Ce mode de procéder est à rejeter, parce que, d'après nos recherches, deux tranches de même poids ne renferment pas exactement la même quantité de glycogène, tandis que ce dernier est régulièrement réparti dans la pulpe.

(2) Les recherches de M. Garnier et celles de MM. Bouchard et Desgrez ont prouvé que, pour le foie, cette méthode donne des résultats très exacts. D'ailleurs, nous n'avions pas besoin de connaître la teneur *absolue* de nos foies en glycogène : il nous suffisait que, pour un même foie, les chiffres indiquant la proportion de glycogène dans les deux pulpes fussent rigoureusement comparables.

(3) Nous dosons le sucre par la méthode d'Ost dans le filtrat, concentré par évaporation.

(4) Il n'y a pas corrélation entre les chiffres exprimant la perte de glycogène et l'augmentation de sucre. Cela tient, d'une part, à ce que la glycolyse intervient et, d'autre part, à ce que, comme le pense Seegen, il y a dans le foie une autre source de sucre que le glycogène ordinaire.

fait dans ce sang une production exagérée de sucre aux dépens du sucre *virtuel* [1]. Nous donnerons ultérieurement les preuves de ce fait, qui n'a rien d'étonnant après ce que nous avons dit dans le paragraphe précédent de l'exagération de la glycogénie hépatique sous l'influence des rayons X.

» Si le sang est exposé plus de 1 heure à ces rayons, on peut y trouver, indépendamment de toute influence glycogénique, plus de matières sucrées que dans le sang témoin. La différence peut dépasser $0^g,10$. Souvent on y trouve la même quantité de matières sucrées que dans le dosage fait au bout de 15 minutes. Ainsi une courte exposition aux rayons X peut suffire pour arrêter complètement la glycolyse.

» *En résumé*, les rayons X favorisent la formation de l'amylase dans le pancréas. Dans le foie et dans le sang, ils augmentent tout d'abord la glycogénie et la glycolyse. Leur action plus ou moins prolongée diminue et peut *arrêter* l'une et l'autre. »

M. le **Secrétaire perpétuel** annonce à l'Académie la perte qu'elle vient de faire dans la personne de M. *Karl von Zittel*, Correspondant pour la Section de Minéralogie, décédé, à Munich, le 5 janvier 1904.

NOMINATIONS.

L'Académie procède, par la voie du scrutin, à la nomination d'un Membre, dans la Section de Minéralogie, pour remplir la place laissée vacante par le décès de M. *Munier-Chalmas*.

Au premier tour de scrutin, le nombre des votants étant 58,

M. Lacroix	obtient.	46 suffrages
M. Wallerant	»	8 »
M. Douvillé	»	2 »
M. Barrois	»	1 »
M. Termier	»	1 »

M. **Lacroix**, ayant obtenu la majorité absolue des suffrages, est proclamé élu. Sa nomination sera soumise à l'approbation du Président de la République.

---

[1] Voir nos deux dernières Notes (*Comptes rendus*, 21 septembre et 2 novembre 1903).

CORRESPONDANCE.

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur l'étude asymptotique des fonctions méromorphes.* Note de M. **Émile Borel**, présentée par M. H. Poincaré.

« Dans la remarquable Thèse qu'il a récemment soutenue ([1]), M. Pierre Boutroux a développé d'intéressantes applications d'une méthode dont il avait antérieurement indiqué le principe ([2]). Cette méthode n'est pas sans analogie avec celle à laquelle j'ai donné le nom de *méthode d'exclusion ;* mais elle est loin d'en constituer une extension banale et facile; elle s'en distingue par l'introduction d'un principe entièrement nouveau. Je voudrais indiquer un théorème auquel conduit cette méthode de M. Pierre Boutroux, que j'appellerai *méthode d'exclusion généralisée.*

» Je rappelle d'abord en quoi consiste la méthode d'exclusion, à laquelle j'ai été conduit par l'étude des fonctions analytiques à l'intérieur d'un espace lacunaire.

» Partant des singularités des fonctions étudiées, on entoure chacune d'elles d'un domaine qui sera regardé comme *exclu* du plan; le principe de la méthode consiste dans l'évaluation des dimensions linéaires et superficielles de ces domaines, d'où l'on conclut l'existence d'aires non exclues et de lignes dont aucun point n'est exclu. La première application de cette méthode à la théorie des fonctions entières a consisté dans l'extension d'un théorème important de M. Hadamard sur le module minimum d'une fonction entière; cette extension, qui précise les valeurs des intervalles dans lesquels on peut choisir le rayon d'un cercle sur lequel la fonction n'est pas inférieure au minimum fixé, élargit beaucoup le champ des applications du théorème de M. Hadamard, tout en en donnant une démonstration très simple, susceptible de généralisations diverses. En fait, de nombreuses applications, qu'il serait trop long d'énumérer, ont été faites de la méthode à la théorie des fonctions entières et méromorphes.

» On peut diviser ces applications en deux catégories, suivant que l'on y considère *simultanément* des domaines exclus en nombre *fini* ou *infini.*

([1]) *Sur quelques propriétés des fonctions entières* (*Thèse* soutenue le 24 décembre 1903, à la Sorbonne). Ce Mémoire paraîtra prochainement dans les *Acta mathematica.*

([2]) *Comptes rendus*, 20 janvier 1902.

Pour les applications de la première catégorie, il suffit d'utiliser les propriétés fondamentales des notions de longueur et d'aire; pour les applications de seconde catégorie, il faut faire usage d'un théorème relatif à la mesure des ensembles sur lequel j'ai, à diverses reprises, attiré l'attention.

» La généralisation de M. Pierre Boutroux consiste essentiellement à tenir compte, dans l'exclusion des domaines avoisinant les points singuliers, de la condensation de ces points, lorsque cette condensation dépasse la moyenne; on augmente alors le domaine exclu et, par une analyse facile dans le cas d'une seule dimension, plus délicate dans le cas de plusieurs dimensions (¹), on arrive à montrer que, dans les parties non exclues, la fonction se comporte *comme si la distribution des singularités était régulière*.

» Ceci posé, il est clair que les applications de la méthode d'exclusion généralisée pourront aussi être divisées en deux catégories; M. Boutroux s'est borné jusqu'ici aux applications de la première catégorie; je voudrais, sans entrer dans le détail de la démonstration, donner un exemple des résultats que l'on peut obtenir dans les applications de la seconde catégorie.

» Théorème : *Soit* $\theta(z)$ *la dérivée logarithmique d'une fonction entière d'ordre* ρ; *on peut, dans tout angle aussi petit que l'on veut, tracer une infinité de droites telles que l'on ait, sur chacune d'elles,*

$$|\theta(z)| < A|z|^{\rho+\varepsilon},$$

ε *désignant un nombre positif arbitraire et* A *une constante*.

» Ce théorème pourrait d'ailleurs être généralisé et précisé par l'emploi des méthodes ingénieuses et profondes exposées dans la Thèse de M. Boutroux; je ne m'y étendrai pas. Remarquons cependant que la limitation ainsi obtenue *sur des droites* est nécessairement plus élevée que celle que l'on peut obtenir sur des courbes dont on ne précise pas l'allure, ou dans des aires indéfiniment éloignées. Par contre, la précision ainsi introduite dans l'énoncé paraît devoir présenter des avantages dans certaines applications. »

(¹) M. Pierre Boutroux s'est borné au cas de *deux* dimensions; il n'y aurait pas de difficultés à étendre au cas de n dimensions ses ingénieuses considérations.

MATHÉMATIQUES APPLIQUÉES. — *Sur la résolution nomographique des triangles sphériques.* Note de M. **M. d'Ocagne**, présentée par M. O. Callandreau.

« Nous avons fait remarquer ([1]) que tous les cas de résolution des triangles sphériques (réduits à trois par la considération du triangle supplémentaire) pouvaient se ramener à l'usage de la seule formule

$$(1) \qquad \cos x = \cos y \cos z + \sin y \sin z \cos X,$$

où x, y, z, X, Y, Z reçoivent les divers systèmes de valeurs provenant des permutations de a, b, c, A, B, C. L'emploi de formules autres que celle-ci est imposé par la condition de pouvoir effectuer les calculs *par logarithmes*. Mais, au point de vue nomographique, la considération de la seule formule (1) suffit. Si cette formule est traduite sous forme d'un abaque ou nomogramme, cet abaque unique permet de résoudre tous les problèmes qui se ramènent à des résolutions de triangles sphériques. C'est un tel abaque que nous avons donné dans le travail cité plus haut : à x et à X y correspondent des graduations sinusoïdales portées sur deux axes parallèles; à y et à z, un même système d'ellipses cotées inscrites dans un quadrilatère.

» Cet abaque, théoriquement parfait, offre l'inconvénient d'exiger le tracé assez délicat de ces ellipses. Or, si, avec M. Collignon, on écrit l'équation (1) sous la forme

$$(2) \qquad 2\cos x = (1 + \cos X)\cos(y - z) + (1 - \cos X)\cos(y + z),$$

on peut, ainsi que nous l'avons fait voir ([2]), la représenter par un abaque sur lequel ne figurent que deux systèmes de droites rectangulaires, cotés respectivement au moyen des valeurs de x et X, alors qu'à $y - z$ et $y + z$

([1]) *Bulletin astronomique*, t. XI, 1894, p. 5 et *Traité de Nomographie*, p. 329.

([2]) *Nomographie*, 1891, p. 84 et *Traité de Nomographie*, p. 327. Nous saisirons cette occasion de rectifier une erreur qui s'est glissée à cet endroit et qui provenait d'une confusion entre les latitudes que représentent λ et λ' dans la première formule du n° 123 et des colatitudes. Toutes les valeurs de λ et λ' données à la page 329 doivent donc être remplacées par leurs compléments.

correspondent des graduations sinusoïdales sur deux axes respectivement parallèles à ces deux systèmes de droites.

» La construction d'un tel abaque est infiniment plus simple que celle du précédent. Son infériorité tient à ce que y et z n'y figurant plus isolément dans des systèmes cotés distincts, ni l'une ni l'autre de ces variables ne peut y être prise comme inconnue. De là cette conséquence, que ce second abaque ne permet de résoudre le triangle que si l'on en connaît *trois éléments de même espèce* ou *trois éléments consécutifs*. Si l'on donne *deux éléments de même espèce et l'élément de l'autre espèce opposé à l'un d'eux*, alors que le premier abaque intervient tout aussi utilement que dans les autres cas, le second ne peut fournir (à moins de tâtonnements inadmissibles) la solution *directe* du problème. Étant donnée la grande simplicité de cet abaque, nous avons jugé utile de rechercher s'il n'y aurait pas moyen, par quelque voie indirecte, de l'utiliser rigoureusement pour la résolution de ce troisième cas. C'est un tel procédé que nous allons faire connaître ici.

» Ce procédé repose sur la considération de ce que nous proposerons d'appeler les *triangles annexes* du triangle sphérique envisagé.

» Si A'B'C' est le triangle supplémentaire de ABC, nous appelons *éléments homologues* de ces deux triangles ceux qui, à l'accentuation près, sont désignés par les mêmes lettres. Par exemple, le sommet A est l'homologue de A', le côté AB l'homologue de A'B', ... Ceci posé, *tout triangle annexe du triangle* ABC *sera un triangle formé par deux éléments de même espèce de* ABC *et l'homologue de l'un d'eux dans* A'B'C'. En associant ainsi deux à deux les sommets de ABC, on obtient six triangles annexes, et de même six autres au moyen des côtés.

» A l'aide de trois de ces triangles annexes, deux de l'un des groupes et un de l'autre, on peut résoudre le troisième cas des triangles sphériques *au moyen de notre second abaque seul* (¹).

» Soient donnés, par exemple, pour rendre les idées plus claires, les côtés $BC = a$, $CA = b$ et l'angle A. Considérons le triangle annexe formé par les côtés AB et AC de l'angle donné avec l'homologue A'B' de celui de ces côtés dont la grandeur n'est pas connue. Pour cela, prolongeons les grands cercles AC et AB jusqu'en leurs rencontres C_1 et B_1 avec le grand cercle A'B'.

(¹) Il y a douze manières de donner dans un triangle deux éléments de même espèce et l'élément de l'autre espèce opposé à l'un d'eux, d'où, par permutation, l'emploi, dans les conditions indiquées ici sur un exemple particulier, des douze triangles annexes.

Dans le triangle AB_1C_1 l'angle A est égal à l'angle A de ABC (ou à son supplément suivant la disposition de la figure), le côté AC_1 à $\frac{\pi}{2} - b$, l'angle A_1 à $\frac{\pi}{2}$. Donc, en prenant

$$x = \pi - B, \quad y = \pi - A, \quad z = \frac{\pi}{2}, \quad X = \frac{\pi}{2} + b,$$

on aura, par l'abaque de la formule (2), la valeur de B_1.

» Considérons maintenant les deux triangles annexes formés chacun par les deux extrémités d'un des côtés donnés et l'homologue de celle de ces extrémités qui est opposée au côté inconnu, c'est-à-dire les triangles ACC′ et BCC′. Dans chacun d'eux on connaît les trois côtés, attendu que leur côté commun CC′ est égal à l'angle B_1 qui vient d'être obtenu et qu'on a, en outre,

$$CA = b, \quad CB = a, \quad C'A = C'B = \frac{\pi}{2}.$$

» Donc en prenant successivement

$$x = \frac{\pi}{2}, \quad y = b, \quad z = B_1, \quad X = \widehat{ACC'},$$

et

$$x = \frac{\pi}{2}, \quad y = a, \quad z = B_1, \quad X = \widehat{BCC'},$$

on aura, par l'abaque de la formule (2), les valeurs des angles ACC′ et BCC′ dont la différence est précisément l'angle C du triangle ABC. Dès lors, connaissant dans celui-ci les côtés CA, CB et l'angle C compris, on est ramené à un cas que l'abaque de la formule (2) permet de résoudre complètement.

» *Cet abaque suffit donc à lui seul pour résoudre les triangles sphériques dans tous les cas possibles.* »

MÉCANIQUE APPLIQUÉE. — *Sur les propriétés du béton fretté.* Note de M. **Aug. Pourcel**, présentée par M. Humbert.

« En présentant à l'Académie son Mémoire sur les propriétés du béton fretté, M. Considère a fait connaître comment il avait été amené à les découvrir par analogie avec les lois de la poussée des terres. Il a montré que les résultats fournis par l'expérience étaient toujours supérieurs à ceux

obtenus en ajoutant la résistance propre du béton à celle que donnerait du sable placé dans les mêmes conditions. On s'est proposé de rechercher, par une méthode analogue à celle employée dans la Théorie des lignes de Lüders, comment les effets de cohésion peuvent se superposer à ceux de glissement. Toutefois, on envisagera d'abord l'hypothèse de l'élasticité parfaite, bien qu'elle soit vite inadmissible quand il s'agit du béton.

» *Déformations élastiques.* — En tout point d'un cylindre fretté, le béton est soumis suivant les trois directions principales aux pressions unitaires : F_1 suivant la parallèle à l'axe, F_2 suivant le rayon et la tangente au parallèle. Le coefficient d'élasticité E et le gonflement transversal η étant supposés constants, on a pour le raccourcissement longitudinal δz et pour l'allongement transversal δr :

$$\delta z = \frac{F_1}{E} - 2\eta\frac{F_2}{E}, \qquad \delta r = \eta\frac{F_1}{E} - (1-\eta)\frac{F_2}{E} \qquad \text{avec} \qquad F_2 = \tfrac{1}{2}pt = \tfrac{1}{2}p E_f \delta r,$$

p étant le pourcentage du métal, t sa tension, E_f son coefficient d'élasticité.

» On a donc

$$\frac{F_1}{t} = \frac{1}{\eta}\frac{E}{E_f} + \frac{p}{2}\left(\frac{1}{\eta} - 1\right),$$

$$\frac{F_1}{\delta z} = E\left(1 + \frac{2\eta^2}{\frac{2}{r}\frac{E}{E_f} + 1 - \eta - 2\eta^2}\right), \qquad \frac{\delta r}{\delta z} = \frac{\eta}{1 + (1 - \eta - 2\eta^2)\frac{r}{2}\frac{E_f}{E}}.$$

» Avec le même pourcentage en armatures longitudinales on aurait

$$F'_1 = E\,\delta z' + p\,E_f\,\delta z', \qquad \frac{F'_1}{t} = \frac{E}{E_f} + p, \qquad \frac{F'_1}{\delta z'} = E + pE_f,$$

$\frac{E}{E_f}$ est généralement voisin de $\frac{1}{10}$, η est mal connu et paraît voisin de 0,4 à 0,5. Le rapport $\frac{F_1}{F'_1}$ pour les mêmes valeurs de p et de t croît avec $\frac{1}{\eta}$ et $\frac{1}{p}$ et paraît devoir être voisin de 2 pour les pourcentages usuels.

» Pour $\eta = \frac{1}{2}$

$$\frac{F_1}{t} = 2\frac{E}{E_f} + \frac{p}{2}, \qquad \frac{F_1}{\delta z} = E + \frac{1}{4}pE_f, \qquad \delta r = \eta\,\delta z.$$

» *Glissements.* — Examinons maintenant les phénomènes de glissement dont l'apparition marque la limite d'élasticité et dont l'influence devient prépondérante à mesure qu'augmentent les déformations. Pour les étudier, on peut essayer d'étendre à l'intérieur des corps les lois ordinaires du frottement et admettre, par suite, qu'un glissement n'a lieu suivant un élément de surface que si l'effort tangentiel est égal au produit de la réaction normale superficielle N par le coefficient de frottement supposé constant. On admettra d'ailleurs que l'action exercée par une partie du corps sur la partie

voisine comprend non seulement cette réaction N, mais aussi une force attractive P ou cohésion, résultante des attractions moléculaires.

» Considérons, à l'intérieur d'un cylindre soumis aux pressions longitudinales F_1 et latérale F_2, le volume élémentaire engendré par une rotation très petite du triangle formé dans un plan méridien par une parallèle aux génératrices, une perpendiculaire et une oblique faisant avec les génératrices un angle α. Soient T l'effort tangentiel suivant ce plan oblique, P, N, P_1, N_1, P_2, N_2 la cohésion et la réaction normale pour les plans oblique, normal et parallèle à l'axe. On a $F_1 = N_1 - P_1$, $F_2 = N_2 - P_2$ et si $F_1 > F_2$

$$(1) \qquad T = \tfrac{1}{2}(F_1 - F_2)\sin 2\alpha,$$

$$(2) \qquad N - P = F_1 \sin^2\alpha + F_2 \cos^2\alpha.$$

» La condition de glissement sera

$$(3) \qquad \frac{1}{2}\,\frac{(F_1 - F_2)\sin 2\alpha}{P + F_1\sin^2\alpha + F_2\cos^2\alpha} \gtreqless f = \frac{1}{\operatorname{tang}\varphi}.$$

» Si donc F_1 et F_2 croissent de telle manière que l'expression (3) croisse également $\left(\text{ce qui exige } \frac{\partial F_1}{\partial F_2} < \frac{P + F_1}{P + F_2}\right)$ le glissement se produira suivant la direction α_1 qui rend cette expression maxima et au moment où ce maximum sera précisément égal à f. Cette double condition donne F_1 et α_1 et l'on trouve $\alpha_1 = \frac{\varphi}{2}$. On trouverait $\alpha_1 = \frac{\pi}{2} - \frac{\varphi}{2}$ pour une traction ou pour une compression avec $F_2 > F_1$. Ces expressions supposent toutefois qu'on néglige le terme en $\frac{\partial P}{\partial \alpha}$, approximation qui semble justifiée, pour les corps non frettés, par le parallélisme des lignes de Lüders, et qu'on étendra par analogie aux corps frettés. L'erreur commise est d'ailleurs dans le sens de la prudence, puisqu'elle conduit à une valeur trop forte de α. La propriété connue des lignes de Lüders paraît donc pouvoir être généralisée au cas où une compression (ou traction) latérale s'ajoute à la compression (ou traction) longitudinale. L'angle de glissement est égal à $\frac{\varphi}{2}$ ou à $\frac{\pi}{2} - \frac{\varphi}{2}$, selon que le glissement tend à se produire dans le sens des raccourcissements longitudinaux ou en sens inverse.

» La force F qui produit le glissement est donnée par la relation

$$F_1 = \frac{2Pf}{\sin 2\alpha - 2f\sin^2\alpha} + F_2\frac{2f\cos^2\alpha + \sin 2\alpha}{\sin 2\alpha - 2f\sin^2\alpha} = (K - 1)P + KF_2,$$

en posant

$$K = \frac{1}{\operatorname{tang}^2\frac{\varphi}{2}}.$$

» *La résistance d'un corps fretté s'obtient donc en ajoutant à celle,* KF_2, *d'un corps fictif sans cohésion, ayant le même angle de frottement, un terme* $(K-1)P$ *qui serait la résistance du corps non fretté si la cohésion avait dans les deux cas la*

même valeur. La cohésion ne peut que croître avec la compression, et M. Considère, qui avait prévu *a priori* cette formule, a trouvé que ce terme devait être majoré d'au moins 50 pour 100.

» Si donc les phénomènes se réduisaient à de simples glissements, les déformations du béton fretté seraient liées à sa cohésion P par

$$F_1 = (K-1)P + \frac{K}{2}pt, \qquad \delta r = \frac{\delta z}{\sqrt{K}}, \qquad \frac{F_1}{\delta z} = \frac{K-1}{\sqrt{K}}\frac{P}{t}E_f + \frac{\sqrt{K}}{2}pE_f.$$

» *Conclusion.* — Il résulterait de ce qui précède que dans la période élastique, probablement très courte dans le béton, la présence des frettes augmente le coefficient d'élasticité moins que ne le feraient des armatures longitudinales de même poids, mais aussi avec une moindre fatigue du métal; en outre le gonflement élastique met les frettes en tension et la pression qu'elles exercent s'ajoute à l'effet de la cohésion pour s'opposer aux premiers glissements qui marquent la limite d'élasticité et l'apparition des déformations incomplètement réversibles. A partir du moment où les glissements commencent à se produire, toute augmentation de pression entraîne la superposition d'une déformation élastique et d'un glissement qui s'arrête dès que les accroissements corrélatifs de la cohésion et de la pression latérale suffisent à rétablir l'équilibre. L'ignorance où l'on est de la valeur de la cohésion en fonction de δz et δr ne permet pas de déduire les lois des déformations pendant cette période de superposition des formules ci-dessus qui représentent l'une l'origine, l'autre la fin des déformations. »

MÉCANIQUE APPLIQUÉE. — *Sur un appareil enregistreur permettant de mesurer à travers une paroi solide, supportant des pressions relativement élevées, des différences de pression aussi faibles que l'on veut.* Note de M. **M.-A. Mesnager**, présentée par M. Maurice Levy.

« Cet appareil a été construit en vue d'enregistrer les différences de pression produites sur des ajutages placés à l'intérieur de conduites contenant de l'eau en mouvement; la sensibilité devait être telle que des différences inférieures à 1^{mm} d'eau puissent apparaître.

» Les ajutages utilisés sont ceux qui sont couramment employés pour la mesure de vitesse de l'eau. L'un d'eux, dirigé en sens inverse du mouvement de celle-ci, communique avec une capacité cylindrique A, le second, présentant une ouverture tangente à la direction des filets liquides, commu-

nique avec une deuxième capacité B également cylindrique et de même diamètre. Ils produisent à l'intérieur de ces capacités des pressions différant entre elles, lorsque l'eau est en mouvement; mais la différence de ces pressions n'est que quelques millièmes de celle qui règne dans la conduite.

» Les capacités A et B, en communication à leur partie inférieure, contiennent du mercure, que les différences de pression font passer de l'une dans l'autre. L'une d'elles, A, est fixe, et est réunie à l'autre, à la partie inférieure, par un tube métallique rectiligne de 8^{mm} de diamètre à paroi mince et assez long pour éprouver des flexions de 1^{cm} sous des efforts de quelques grammes seulement.

» A sa partie supérieure, cette capacité est rattachée au deuxième ajutage par un tube identique à celui dont nous venons de parler, parallèle et libre sur la même longueur. Cette capacité B est suspendue à sa partie supérieure à un ressort et se trouve en équilibre sous la réaction de ce ressort et la charge de mercure et d'eau qu'elle contient.

» Quand les pressions sur les ajutages viennent à varier, la charge de mercure contenue dans la capacité B varie, et la différence de poids peut être aussi considérable que l'on veut pour une différence de pression donnée, puisqu'on est maître du diamètre de cette capacité; on est donc maître de l'allongement que pourra prendre le ressort sous l'influence de cette différence de pression. L'inscription est faite au moyen d'un enregistreur Richard actionné par la capacité B.

» Ce dispositif a l'avantage de ne contenir aucun presse-étoupe ni autre appareil analogue pouvant introduire des frottements variables de nature à donner des indications irrégulières suivant leur état d'entretien. »

OPTIQUE. — *Sur un procédé pour la comparaison des épaisseurs.* Note de M. **Mesnager**, présentée par M. A. Potier.

« Pour la mesure des épaisseurs, on emploie couramment aujourd'hui les franges de superposition de MM. Pérot et Fabry, en utilisant, tantôt comme comparateur, tantôt comme compensateur, une lame d'air comprise entre deux glaces demi-argentées faisant entre elles un petit angle. En diminuant l'angle, on peut augmenter la précision des mesures; mais on est bientôt arrêté par les imperfections du dressage des glaces; celles-ci ont toujours une courbure qui limite la précision.

» On peut augmenter plus de 200 fois cette précision sans aug-

menter la perfection de la taille par l'artifice suivant. On utilise comme compensateur, au lieu d'une lame d'air comprise entre deux glaces demi-argentées, une lame de quartz taillée parallèlement à l'axe et dont les faces forment le même angle que les glaces. La différence de marche produite pour un même déplacement est, pour les glaces, $2e$ (e étant la variation de distance pour ce déplacement) et, pour le quartz (raie E),

$$e.1,55636 - e.1,54718 = 0,00918e;$$

le rapport des deux différences de marche est donc de $\frac{2}{0,00918} = 218$.

» La lame de quartz placée entre deux nicols parallèles donnera les mêmes franges que les glaces demi-argentées, mais 218 fois plus larges. On sera d'ailleurs maître de réduire cette largeur apparente sans diminuer la précision, avec un coin de quartz fixe portant un repère. En tournant les nicols à l'extinction, on aura les couleurs complémentaires. En particulier, la lame mobile d'un compensateur de Babinet permet, la plupart du temps, de mesurer exactement le demi-millionième de millimètre.

» Pour des différences de marche notables, il est nécessaire d'employer des lumières de plus en plus homogènes pour conserver une précision constante.

» Ce dispositif a l'avantage d'absorber beaucoup moins de lumière que le compensateur à lames de glace demi-argentées et d'éviter les confusions produites par les réflexions multiples de celui-ci. Nous reviendrons ultérieurement sur les applications qu'on peut tirer de ce procédé. »

PHYSIQUE. — *Sur la production de rayons N par les vibrations sonores.* Note de M. **J. Macé de Lépinay.**

« Le fait que la compression ou la flexion d'un corps provoque l'émission de rayons N [1] m'a conduit à penser que les vibrations sonores devaient produire les mêmes effets : un corps vibrant subit, en effet, des déformations alternatives, faibles, il est vrai, mais qui, par compensation, se répètent un grand nombre de fois par seconde.

» L'expérience, faite en utilisant les propriétés du sulfure de calcium faiblement luminescent, justifie ces prévisions. Les sources sonores em-

---

[1] R. Blondlot, *Comptes rendus*, t. CXXXVII, 1903, p. 962.

ployées ont été : un diapason, un timbre de bronze et surtout, parce qu'il donne des résultats plus intenses, un gros cylindre d'acier (diamètre 2^{cm}, longueur 30^{cm}, son produit ut_5), suspendu par deux cordonnets au niveau de deux nœuds, vibrant transversalement par le choc d'un marteau. L'accroissement de la luminescence, au moment où se produisent les vibrations, mais surtout son extinction progressive lorsqu'on les arrête brusquement, ont été nettement observés. Une seule précaution indispensable (reconnue nécessaire, en particulier avec le cylindre de bronze), consiste à laisser fixes, dans le cours d'une expérience, les positions relatives du corps sonore et le sulfure de calcium, pour éviter l'influence possible d'un état de trempe du corps et l'émission permanente de rayons N, qui en est la conséquence, par ce corps même à l'état de repos (¹).

» Toutefois, plusieurs faits, observés dans le cours de ces expériences, ne furent pas sans m'étonner. Lorsqu'un corps vibre en se partageant en nœuds et en ventres, les déformations sont constamment nulles là où les déplacements sont maximums, c'est-à-dire aux ventres. Or les effets observés ont été constamment nets au voisinage d'un ventre, à savoir près des extrémités des branches du diapason ou du milieu du cylindre. Il était à présumer, d'après cela, que, dans ces expériences, le corps sonore n'était pas la source exclusive des radiations N. Elle pouvait être cherchée, en particulier, dans l'air qui entoure la source et en transmet les vibrations; il subit, lui aussi, des déformations alternatives, et cela, dans toutes ses parties, puisqu'il ne se présente ni nœuds ni ventres.

» Effectivement, l'action du cylindre ou du timbre sur la poudre luminescente subsiste, si l'on interpose un écran soit de plomb (épaisseur 2^{mm}), soit d'eau distillée (épaisseur 2^{cm}), disposé de manière à absorber complètement les radiations N émises par la source sonore, sans gêner la propagation des vibrations de l'air à faible distance au-dessus du sulfure ou même, par diffraction, jusqu'à son voisinage immédiat.

» Les expériences, effectuées en prenant une sirène comme source sonore, me paraissent plus démonstratives encore, parce que, dans ce cas, le seul corps vibrant est l'air, sans que les pièces métalliques interviennent dans la production du son. L'action sur la luminescence du sulfure de calcium a été nettement observée, en le disposant latéralement un peu au-dessus du niveau du disque tournant. J'ai également utilisé avec succès la propriété des rayons N d'accroître l'éclat d'objets faiblement éclairés. L'objet observé était le disque tournant lui-même, faiblement illuminé par une fenêtre éloignée, et cela de telle sorte qu'on n'en distingue aucun

---

(¹) Dans ces expériences, la poudre luminescente était portée par un tampon de ouate, qui la soustrait à tout ébranlement mécanique.

détail. Le disque étant au préalable mis en mouvement, l'expérience consiste à produire le passage de l'air dans la sirène et à le supprimer alternativement. Chaque fois que l'air passe et que les vibrations se produisent, le disque paraît plus éclairé; en même temps, on en distingue les contours, ainsi que la forme de l'axe de rotation et celle des montants verticaux de la sirène; le tout s'estompe rapidement si l'on arrête le courant d'air.

» Cette expérience réussit avec la même netteté, si l'on se bouche soigneusement les oreilles : il ne s'agit donc pas d'un simple effet réflexe. Elle réussit, sans qu'aucune erreur se soit produite dans le cours de plusieurs essais si, dans ces mêmes conditions, le passage de l'air et son interruption sont produits par un aide, et que l'on cherche à reconnaître, d'après l'aspect du disque, la nature des opérations faites à l'insu de l'observateur. »

PHYSICO-CHIMIE. — *Sur les applications du* chronostiliscope *E. Varenne.* Note de MM. **E. Varenne** et **L. Godefroy**, présentée par M. Troost.

« Nous avons l'honneur de présenter à l'Académie des Sciences le chronostiliscope de M. E. Varenne et son emploi pour la détermination de certaines constantes physico-chimiques.

» L'appareil se compose essentiellement d'un tube réservoir AB soutenu verticalement et sur lequel sont gravés deux traits tt' comprenant une capacité de 30^{cm^3}. Ce tube est fermé à sa partie inférieure par un bouchon traversé par un tube capillaire de 10^{cm} de longueur (longueur d'ailleurs variable et d'un diamètre approprié à la nature du liquide étudié). L'extrémité supérieure du tube AB est fermée à l'aide d'un bouchon traversé par un tube C ouvert à ses deux extrémités et dont l'extrémité inférieure débouche au-dessous du trait t. Ainsi disposé, cet appareil permet d'avoir un écoulement sous pression constante.

» On verse le liquide à étudier dans le réservoir au-dessus du trait t', et l'on remet le tube C en place. Le liquide s'écoule par le tube capillaire et l'on note très exactement le temps T que met le liquide à s'écouler entre les deux traits tt' sous pression constante, le volume V compris entre ces deux traits étant connu par un jaugeage préalable.

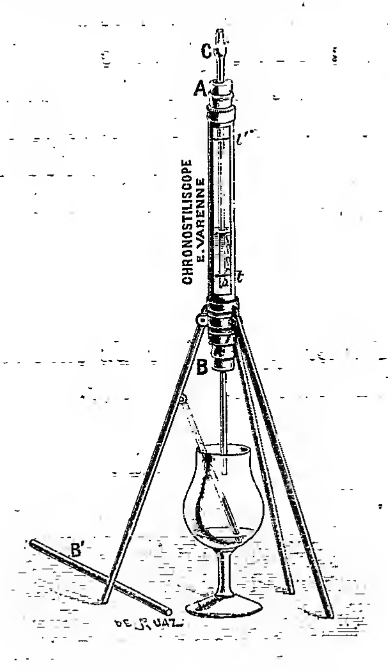
» *Variations du coefficient de dépense* K. — Nous avons montré (¹) que

(¹) *Comptes rendus*, t. CXXXVII, p. 994.

la loi de Poiseuille appliquée à un même appareil conduisait à la formule

$$K = \text{const.}\ \frac{1}{T}.$$

Cette formule permet de mesurer les variations du coefficient de dépense K à l'aide des variations de T observées directement.



» Avec cet appareil, nous avons pu étudier :

» *a*. Le coefficient η de frottement intérieur des liquides ;

» *b*. La tension superficielle A des liquides.

» *a*. *Étude du coefficient η de frottement intérieur des liquides*. — On sait que la quantité Q d'un liquide qui s'écoule pendant l'unité de temps à travers un tube étroit est, dans le cas où le liquide mouille le tube, donnée par l'expression

$$(1) \qquad Q = \frac{\pi \times p}{128\eta \times l} D^4,$$

dans laquelle p représente la charge en grammes par centimètre carré, D et l le diamètre et la longueur du tube en centimètres.

» Si nous comparons cette formule à celle de Poiseuille en remarquant que, dans cette formule,

$$(2) \qquad = K \frac{HD^4}{l},$$

H, D, l sont exprimés en millimètres, nous aurons en égalant les deux valeurs de Q :

$$(3) \qquad \frac{KHD^4}{l} \times 1000 = \frac{\pi \times p}{128\eta \times l} D^4 \qquad \text{ou} \qquad KH \times 1000 = \frac{\pi \times p}{128\eta}.$$

Si, dans la formule (3), on remplace la valeur numérique de K déterminée par la formule de Poiseuille par la valeur K′ exprimée en grammes par centimètre carré, on a

$$K' \times 1000 = \frac{\pi}{128\eta},$$

d'où

$$(4) \qquad \eta = \frac{\pi}{128 \times K' \times 1000},$$

formule qui permet de calculer η quand on aura déterminé K par le chronostiliscope.

» *b. Étude de la tension superficielle* A *des liquides.* — On sait que la tension superficielle d'un liquide peut se déduire de la mesure des poids des gouttes de ce liquide s'écoulant lentement à travers un tube capillaire sous pression constante. Hagen ([1]), le premier, détermina par ce procédé cette constante caractéristique des liquides. M. Duclaux ([2]) a appliqué ce procédé aux mélanges d'eau et d'alcool et a montré que les résultats obtenus étaient d'accord avec ceux donnés par les autres méthodes.

» Le chronostiliscope se prête parfaitement aux mesures de ce genre et permet d'étudier les variations de la tension superficielle dues soit à la concentration, soit à la température. Pour ces mesures, le tube capillaire doit être calibré de manière que le liquide à étudier s'écoule en gouttes assez espacées les unes des autres pour qu'on puisse les compter facilement.

» On procède comme pour la détermination du coefficient de dépense K, c'est-à-dire qu'on détermine le nombre de secondes T nécessaire pour que le niveau du liquide passe du trait supérieur au trait inférieur. La durée d'écoulement étant assez longue, on compte dans l'intervalle de l'observation le nombre exact de gouttes n qui tombent pendant *une durée de* 60 *secondes.*

» Le nombre total N de gouttes du volume V écoulé en T secondes sera :

$$N = \frac{nT}{60};$$

le *volume* v de chaque goutte est donc :

$$v = \frac{V}{N} \qquad \text{d'où} \qquad v = \frac{V \times 60}{nT}$$

([1]) *Ann. Poggend.*, t. LXXX, p. 559.

([2]) *Annales de Chimie et de Physique*, 4e série, t. XXI, p. 378.

et, d étant la densité du liquide à la température de l'observation, le poids p de la goutte sera :

$$p = \frac{V \times 60}{nT} \times d,$$

expression qui permet de calculer p à l'aide des données de l'expérience et, d'après la loi de Tait, la tension superficielle. »

CHIMIE MINÉRALE. — *Réactions colorées de l'acide vanadique et de l'éthénol.* Note de M. CAMILLE MATIGNON.

« En cherchant à constituer une méthode de dosage colorimétrique de l'acide vanadique, j'ai été amené à faire un certain nombre d'observations sur les propriétés de cet acide.

» I. On sait que le tanin donne un précipité bleu foncé ou une coloration de même teinte dans les solutions de métavanadate d'ammoniaque plus ou moins étendues. Cette coloration constitue un caractère sensible.

» Une solution de sel ammoniacal contenant 182^{mm^3} de V^2O^5 par litre prend une belle teinte bleue quand on lui ajoute du tanin solide. En évaporant une goutte de solution sur une capsule de porcelaine, additionnant ensuite d'une goutte de solution étendue de tanin, on rend la réaction plus sensible. J'ai pu manifester ainsi la présence de l'acide vanadique en opérant sur une goutte de solution contenant seulement 2^{mm^3} de V^2O^5 par litre. Le bord de la surface occupée par la goutte est alors marqué par une ligne bleue. C'est la limite de sensibilité de la méthode.

» II. J'ai cherché si d'autres substances, présentant comme le tanin des fonctions phénoliques, possédaient la même propriété. La résorcine, l'hydroquinone, le gaïacol, la phloraglucine ne donnent pas de coloration avec les solutions vanadiques; au contraire, les acides gallique et pyrogallique produisent avec ces dernières des colorations bleues extrêmement foncées.

» La sensibilité de ces colorations est du même ordre que la coloration produite par le tanin; toutes s'affaiblissent et prennent un ton verdâtre quand on les porte à l'ébullition pour reprendre leur intensité et leur teinte initiales après refroidissement.

» La pyrocatéchine donne aussi une coloration bleu violacé, mais beaucoup moins sensible que les précédentes.

» III. L'acide pyrogallique joint à un éther actif permet d'aller encore beaucoup plus loin.

» Une solution contenant 2^{mm^3} de V^2O^5 par litre ne bleuit pas d'une façon nette avec

l'un quelconque des trois réactifs désignés; mais, si l'on ajoute à cette solution de l'éther ordinaire après addition de quelques flocons d'acide pyrogallique, il apparaît quelquefois, après agitation, une coloration rouge brun. Tous les éthers commerciaux ne se comportent pas de la même façon; les uns ne produisent pas la coloration, d'autres la produisent avec des intensités différentes; il y a donc des éthers inactifs et des éthers plus ou moins actifs.

» Un éther actif donne une coloration rose bien nette dans une solution de vanadate d'ammoniaque ou d'acide vanadique contenant $\frac{1}{10}$ de millimètre cube de V^2O^5 par litre; en opérant avec $0^{cm^3},5$, dans un petit tube à essai, on peut déceler facilement la présence de $\frac{1}{20000}$ de millimètre de V^2O^5.

» Le tanin et l'acide gallique ne donnent rien de semblable.

» IV. Je me suis demandé si le principe contenu dans les éthers actifs n'était pas l'alcool vinylique (éthénol $CH^2 = CHOH$) dont Polleck et Thümmel (1) ont signalé la présence dans certains éthers commerciaux. L'expérience a vérifié l'exactitude de cette hypothèse.

» 1° Cinq éthers différents, dont trois actifs, ont été traités par le réactif de Polleck et Thümmel (solution de $HgCl^2$ et CO^3KH) qui fournit un précipité blanc avec l'éthénol. Après une demi-heure de contact, les deux éthers inactifs n'ont pas formé le moindre précipité; les éthers actifs, au contraire, ont tous donné des précipités et d'autant plus rapidement qu'ils étaient plus actifs;

» 2° Quelques gouttes de potasse détruisent l'éthénol en le résinifiant. Tous les éthers actifs additionnés de potasse jaunissent aussitôt et perdent leur activité;

» 3° L'eau enlève à l'éther l'alcool vinylique qu'il peut contenir (Polleck et Thümmel). Les éthers actifs agités à plusieurs reprises avec de l'eau distillée perdent leur activité. Tous ces faits conduisent donc à rapporter la réaction précédente à l'éthénol.

» Quand on laisse évaporer à l'air un éther actif, l'éthénol se concentre dans le résidu et la propriété active s'accentue; on peut obtenir une coloration assez foncée dans des liqueurs contenant $\frac{1}{50}$ de millimètre cube de V^2O^5 par litre.

» V. Comment produire des éthers actifs? On peut y arriver à l'aide de l'ozone. Deux éthers inactifs, l'un anhydre, l'autre ordinaire, traversés pendant une heure par un courant d'oxygène ozonisé, ne deviennent pas immédiatement actifs; il se forme alors, comme l'a montré M. Berthelot, un peroxyde d'éther (2); abandonnés à eux-mêmes, ces éthers peroxydés examinés au bout d'un an se sont montrés très actifs.

» VI. L'essence de térébenthine ozonisée, les aldéhydes formique et

---

(1) *Berichte*, t. XXII, p. 2863.

(2) Berthelot, *Annales de Chimie et de Physique*, 5e série, t. XXVII, p. 229.

acétique ne peuvent remplacer l'éthénol dans cette réaction. Enfin le chlorure ferrique, les chromates qui donnent aussi des colorations avec l'acide pyrogallique et l'éther actif doivent être séparés de l'acide vanadique avant de le caractériser par cette réaction. »

CHIMIE MINÉRALE. — *Sur l'emploi du bismuth comme agent de séparation dans la série des terres rares.* Note de MM. G. URBAIN et H. LACOMBE, présentée par M. Moissan.

« Dans une Note précédente (*Comptes rendus*, t. CXXXVII, p. 792), nous avons établi que le bismuth, dans le fractionnement des nitrates doubles magnésiens, agissait vis-à-vis du samarium et du gadolinium comme *élément séparateur*.

» L'europium de M. Demarçay existe en trop faible quantité dans les terres rares par rapport au gadolinium et au samarium pour que nous ayons pu, alors, nous prononcer sur la place occupée par cet élément dans cette séparation : nos premières expériences ayant été réalisées avec trop peu de matière.

» Depuis, nous avons poursuivi nos recherches avec de grandes quantités d'oxydes. Nous avons pu constater, et par l'observation du spectre d'absorption de l'europium et par l'observation de son spectre électrique, que le bismuth s'intercalait exactement entre le samarium et l'europium. Le bismuth limite ainsi les deux grands groupes des terres rares, de telle sorte que l'europium doit être considéré comme le premier terme de la série des terres yttriques.

» Nous avons pu réaliser un nouveau genre de séparation en mettant à profit l'isomorphisme du nitrate magnésien de bismuth avec ceux des terres rares. Le principe de cette seconde méthode se déduit des considérations suivantes :

» Lorsqu'une série de sels isomorphes donne des eaux mères incristallisables, la proportion de sels susceptibles de cristalliser retenue dans ces eaux mères dépend de la masse des sels incristallisables par nature qui l'accompagnent. Réciproquement, lorsqu'une grande masse cristallise en présence d'une faible quantité de sels incristallisables à l'état de pureté, une proportion notable de ces derniers est entraînée dans la cristallisation et, *a fortiori*, les sels très solubles mais néanmoins susceptibles de cristalliser isolément.

» Ainsi, les eaux mères incristallisables des nitrates magnésiens retiennent constamment une proportion de gadoline qui peut atteindre le tiers des terres qu'elles ren-

ferment. Demarçay préconisait alors le fractionnement des sulfates doubles sodiques pour éliminer l'yttrium.

» Nous supprimons, dans notre méthode, les traitements multiples qu'exige ce mode de fractionnement. En ajoutant aux eaux mères incristallisables leur poids de nitrate magnésien de bismuth, ce dernier entraîne le gadolinium dans sa cristallisation. L'opération doit être répétée jusqu'à ce que les terres solubles ne présentent plus le spectre électrique du gadolinium.

» Ce procédé d'entraînement rappelle la méthode proposée par Auer von Welsbach pour extraire du néodyme les dernières traces de praséodyme par addition de lanthane pur. Mais si, dans notre séparation, le bismuth joue un rôle analogue à celui du lanthane dans le procédé d'Auer von Welsbach, il est loin d'en présenter les inconvénients, étant donnée la facilité avec laquelle le bismuth peut être séparé des terres rares dans les traitements ultérieurs.

» Cette méthode d'extraction des terres gadoliniques convient également pour éliminer la gadoline des terres yttriques brutes où elle est peu abondante comme dans les terres du xénotime.

» Le fractionnement ultérieur et méthodique des nitrates bismuthiques gadolinifères dans l'ordre même où ils ont été obtenus permettra de séparer rigoureusement les terres cériques des terres yttriques. Et l'insolubilité des nitrates magnésiens des terres qui précèdent le samarium, dans la solution du nitrate double de bismuth, permettra de séparer ces terres de la samarine assez soluble avec une rigueur presque quantitative. »

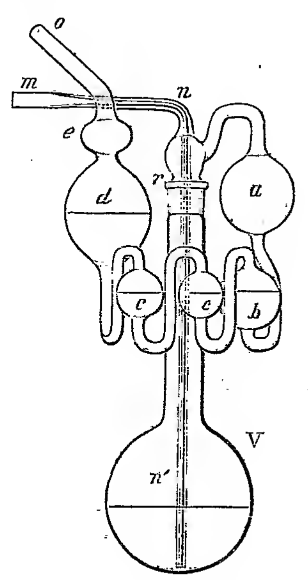
CHIMIE ANALYTIQUE. — *Nouveau procédé de dosage des eléments halogènes dans les corps organiques : cas du chlore et du brome*. Note de MM. **H. Baubigny** et **G. Chavanne**, présentée par M. Troost.

« Dans une Note antérieure (*Comptes rendus*, t. CXXXVI, p. 1197) nous avons indiqué une méthode de dosage de l'iode dans les composés organiques, basée sur la destruction de la matière par le mélange sulfochromique et la transformation de l'iode en acide iodique fixe.

» Il était évident que le même mode de combustion pouvait être appliqué aux corps chlorés et bromés, mais il fallait alors recueillir le chlore et le brome, qui, ainsi que nous l'avons dit, se dégagent sans subir la moindre oxydation. C'est l'étude d'un appareil approprié qui nous a fait différer la présente Communication.

» Cet appareil se compose d'un ballon V de 100^{cm^3} environ, muni d'un col assez long que ferme un bouchon rodé *r* portant deux tubes. L'un *mnn'*, qui plonge jusqu'au

fond du ballon, sert à l'arrivée du courant d'air qui, à la fin de l'opération, doit chasser les dernières traces de vapeurs de chlore et de brome, qu'au début le gaz carbonique formé entraîne avec lui par le second tube réservé pour le dégagement gazeux. Ce second tube porte un condensateur à boules, genre Liebig *abcde*, garni d'une solution *alcaline* de sulfite de sodium, qui arrête le Cl et le Br. Ce condensateur est disposé



Appareil au $\frac{1}{3}$ de grandeur.

de telle sorte qu'avec la forme incurvée qu'on lui a donnée, comme le montre le croquis, sa branche libre *oe* passe contre le tube *mn* auquel on peut la relier par une ligature. En groupant ainsi toutes les pièces sous une forme ramassée et en donnant au verre une certaine épaisseur, on a un appareil solide et pratique qu'on peut agiter sans craindre aucune rupture.

» Pour opérer, on verse dans le condensateur, par l'orifice *o*, la solution de sulfite alcalin (25^{cm^3} environ), qu'on refoule ensuite dans toutes les boules par une légère insufflation, et l'on ferme l'extrémité *m* du tube *nn'* par un petit bouchon. D'autre part, dans le ballon V on introduit le mélange sulfochromique, on y laisse tomber le godet de verre qui contient la substance pesée et l'on ferme aussitôt, la fermeture du rodage étant assurée par une goutte d'acide sulfurique avec laquelle on l'a mouillé préalablement.

» Comme pour les dérivés iodés, certains des composés chlorés ou bromés s'attaquent déjà à la température ordinaire; il y a même lieu parfois de ralentir l'action par immersion du ballon dans l'eau froide, et l'on ne chauffe qu'à la fin pour assurer la destruction complète de la matière organique. Avec d'autres corps, l'action ne commence qu'à chaud, mais toujours on doit procéder à la combustion de façon beaucoup moins rapide qu'avec les composés iodés, afin d'éviter un dégagement gazeux trop tumultueux à travers le condensateur. En moyenne la durée de combustion est de 30 à 40 minutes.

» Pour chauffer, on emploie un bain de paraffine dont on élève progressivement la

température jusqu'à 135°-140°, et dans lequel baigne le ballon V suspendu à un support à l'aide d'une corde fixée au col *r* du ballon par un nœud coulant. Avec ce dispositif, l'appareil est très maniable et peut être secoué en tous sens s'il est besoin, comme, par exemple, pour mélanger la matière avec l'acide sulfochromique.

» Quand la combustion paraît terminée, ce qu'indique le ralentissement du dégagement gazeux, on relie le tube *mnn'* à une trompe soufflante, dont un robinet règle le débit, et en quelques minutes les dernières traces de Cl et de Br sont entraînées dans le sulfite alcalin. On ouvre alors l'appareil, on lave le bas du tube *nn'*, et l'on introduit ce tube dans une fiole conique de Bohême, assez haute pour qu'il puisse y entrer complètement ainsi que la partie rodée *r*.

» En soufflant par l'orifice *o*, on refoule tout le liquide alcalin dans la fiole. On effectue le lavage du condensateur par le même mode de déplacement de l'eau employée à cet effet (30^{cm^3} à 40^{cm^3} à chaque fois introduits par l'ouverture *o*) et, après 3 à 4 opérations similaires, il n'y reste plus trace de Cl ou de Br, ainsi que nous nous en sommes assurés à diverses reprises. On dose alors le Cl ou le Br dans le liquide acidifié à l'acide nitrique selon les modes usuels, par voie volumétrique ou par le procédé gravimétrique.

» Si la méthode ne permet pas de recueillir séparément le chlore et le brome, du moins pour les composés chloro-iodés ou bromo-iodés, la séparation des deux éléments halogènes se fait pour ainsi dire automatiquement et l'on peut procéder au dosage de l'iode d'une part, du chlore ou du brome de l'autre.

» Nous joignons ici quelques-uns des résultats obtenus :

1° *Acide bromobenzoïque* : $C^6H^4Br.CO^2H$.

Matière employée : $0^g,3357$ — Ag Br trouvé : $0^g,3142$ — Br pour 100 { Calculé : 39,80 ; Trouvé : 39,82

2° *Camphre bromé* : $C^{10}H^{15}BrO$.

Matière employée : $0^g,2902$ — Ag Br trouvé : $0^g,2364$ — Br pour 100 { Calculé : 34,63 ; Trouvé : 34,65

3° 1.2. *bibromoanthraquinone* : $C^{14}H^6Br^2O^2$.

Matière employée : $0^g,2759$ — Ag Br trouvé : $0^g,2827$ — Br pour 100 { Calculé : 43,71 ; Trouvé : 43,61

4° *Benzoyl-2-valérolactone-4-chlorée-5* : $C^6H^5-CO-C^4H^4O^2-CH^2Cl$.

Matière employée : $0^g,2878$ — Ag Cl trouvé : $0^g,1720$ — Cl pour 100 { Calculé : 14,90 ; Trouvé : 14,81

5° 1.4. *Iodobromobenzène* : $C^6H^4Br.I$.

Matière employée : $0^g,2830$ {
- Ag Br trouvé : $0^g,2070$ — Br pour 100 { Calculé : 28,27 ; Trouvé : 28,30
- Ag I trouvé : $0^g,2572$ — I pour 100 { Calculé : 44,88 ; Trouvé : 44,67

CHIMIE ANALYTIQUE. — *Titrage des manganèses.* Note de M. **Léon Débourdeaux**, présentée par M. H. Moissan.

« Le titrage des oxydes de manganèse nécessite deux déterminations : 1° celle du chlore qu'ils peuvent dégager ; 2° celle de l'acide chlorhydrique nécessaire pour dégager tout le chlore qu'ils peuvent fournir. Ces deux dosages qui se font actuellement en deux opérations distinctes peuvent être effectués dans un seul essai, par une méthode d'une exactitude au moins aussi grande et d'une application plus commode que les procédés chlorométrique et acidimétrique actuellement en usage. Elle est fondée sur la destruction à chaud par les oxydes supérieurs de manganèse de l'acide oxalique en présence d'acide sulfurique convenablement dilué.

» *Détermination du titre des manganèses.* — Les équations suivantes rendent compte des réactions qui se passent dans la fabrication industrielle du chlore et dans ce nouveau dosage :

$$MnO^2 + 4HCl = MnCl^2 + Cl^2 + 2H^2O,$$
$$Mn^2O^3 + 6HCl = 2MnCl^2 + Cl^2 + 3H^2O,$$
$$Mn^3O^4 + 8HCl = 3MnCl^2 + Cl^2 + 4H^2O,$$

$$MnO^2 + C^2O^4H^2, 2H^2O + SO^4H^2 = SO^4Mn + 2CO^2 + 4H^2O,$$
$$Mn^2O^3 + C^2O^4H^2, 2H^2O + 2SO^4H^2 = 2SO^4Mn + 2CO^2 + 5H^2O,$$
$$Mn^3O^4 + C^2O^4H^2, 2H^2O + 3SO^4H^2 = 3SO^4Mn + 2CO^2 + 6H^2O.$$

» Si on les compare, au point de vue chlore produit et acide oxalique décomposé, on voit que 1^{mol} d'acide oxalique détruit correspond à 1^{mol} de chlore dégagé.

» Une prise d'essai de l'oxyde de manganèse à analyser comprise entre $0^g,75$ et 1^g est introduite dans un petit ballon avec 50^{cm^3} de la solution suivante :

Acide oxalique cristallisé.	$C^2O^4H^2.2H^2O$ . . .	35^g à 40^g
Acide sulfurique concentré à 66° B.	SO^4H^2	120^{cm^3}
Eau, quantité suffisante pour		1000^{cm^3}

» Dans ces conditions de dilution, l'acide oxalique n'est pas détruit par l'acide sulfurique. On relie le ballon à un réfrigérant ascendant destiné à maintenir la dilution initiale. Avec un petit bec Bunsen, on chauffe doucement pour obtenir une légère ébullition, jusqu'à ce que tout l'oxyde soit dissous. Cette dissolution est généralement terminée en 45 minutes. La liqueur obtenue et 50^{cm^3} de la liqueur primitive sont amenés au volume de 200^{cm^3}.

» Par une solution de permanganate de potasse faite à 15^g environ par litre et dosée par un poids déterminé d'acide oxalique cristallisé pur desséché à l'air, on titre l'acide oxalique contenu dans 150^{cm^3} de ces deux liqueurs diluées. De la différence de ces deux

titrages; on déduit l'acide oxalique détruit et, par suite, la quantité de chlore que l'oxyde de manganèse peut donner.

» *Dosage de l'acide chlorhydrique.* — Si l'on compare les équations ci-dessus, on voit que l'acide chlorhydrique saturé et détruit lors de la préparation du chlore correspond à la somme de l'acide sulfurique saturé et de l'acide oxalique détruit.

» De plus, le titrage des acides oxalique et sulfurique se fait facilement et exactement par une solution d'ammoniaque avec la fluorescéine comme indicateur coloré, même en présence de sulfate de manganèse. Dans ces dernières conditions, ce dosage acidimétrique est impossible par une solution de soude ou de potasse caustiques, ces alcalis précipitant l'oxyde de manganèse avant que la liqueur soit devenue neutre. Enfin, en présence des autres indicateurs colorés, tournesol, phénol-phtaléine, le virage n'est pas net.

» Sur les 50^{cm^3} prélevés des deux liqueurs diluées on dose les acides oxalique et sulfurique libres en présence de fluorescéine par une solution d'ammoniaque au $\frac{1}{9}$ environ, titrée comparativement avec 50^{cm^3} d'acide normal. De la différence des deux titrages on déduit l'acide oxalique détruit et l'acide sulfurique combiné et, par suite, la quantité d'acide chlorhydrique nécessaire à la fabrication.

» Le nouveau procédé que je propose présente les avantages suivants :

» 1° Il ne nécessite aucune surveillance ;

» 2° Les deux déterminations du titrage se font rapidement et exactement dans une seule expérience sur une seule prise d'essai ;

» 3° Il est applicable aux manganèses sans élimination préalable des carbonates ;

» 4° Il supprime les causes d'erreur dues : au dosage de l'acide chlorhydrique nécessaire avec la solution de sulfate de cuivre ammoniacal ; à l'absorption incomplète du chlore dans les procédés Gay-Lussac et Bunsen ; dans ce dernier à l'emploi d'une solution d'iodure de potassium en présence d'acide chlorhydrique, lequel met toujours de l'iode en liberté, même en l'absence d'iodate.

» *Remarque.* — La proportion de sulfate de manganèse existant déjà dans la liqueur servant au dosage des nitrates (*Comptes rendus*, 29 juin 1903) n'empêche pas la dissolution de l'oxyde de manganèse. Par suite, cette dernière liqueur peut également servir pour ce titrage. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur une méthode de synthèse des aldéhydes.* Note de MM. **Béhal** et **Sommelet**, présentée par M. Haller.

« Nous avons trouvé que les aldéhydes

$$(R)^2 = CH - CHO \quad \text{et} \quad {R \atop R'}\!\!>CH - CHO$$

peuvent être obtenues en décomposant par l'acide oxalique sec des éthers-oxydes d'α-glycols répondant aux formules

$$\begin{matrix}R\\R\end{matrix}\!\!>COH - CH^2OX \qquad \text{et} \qquad \begin{matrix}R\\R'\end{matrix}\!\!>COH - CH^2OX$$

dans lesquelles X représente un alcoyle ou un résidu aromatique monovalent. La transformation s'effectue suivant l'équation.

$$2\begin{matrix}R\\R'\end{matrix}\!\!>COH - CH^2OX + C^2O^4H^2 = C^2O^4X^2 + 2\begin{matrix}R\\R'\end{matrix}\!\!>CH - CHO + 2H^2O.$$

» Au point de vue théorique, on peut considérer l'acide oxalique comme déshydratant l'éther oxyde $\begin{matrix}R\\R'\end{matrix}\!\!>COH - CH^2OX$, qui, par perte d'une molécule d'eau, se transformerait d'abord en éther-oxyde d'un alcool vinylique $\begin{matrix}R\\R'\end{matrix}\!\!>C = CHOX$; puis l'acide oxalique agissant sur ce composé comme il le fait sur les acétals donnerait naissance à l'alcool $\begin{matrix}R\\R'\end{matrix}\!\!>C = CHOH$. Le composé oxyméthylénique ainsi produit passerait alors à la forme stable d'aldéhyde $\begin{matrix}R\\R'\end{matrix}\!\!>CH - CHO$.

» 1° *Préparation des aldéhydes* $(R)^2 = CH - CHO$. — Ce sont les éthers-oxydes $(R)^2 = COH - CH^2OC^2H^5$ qui ont servi de point de départ; nous les avons préparés en faisant réagir sur l'éthoxyacétate d'éthyle les dérivés organomagnésiens, suivant la méthode de M. Grignard. L'opération est conduite à la manière habituelle et l'on obtient les alcools tertiaires prévus avec un rendement moyen de 60 pour 100 du rendement théorique.

» Leur transformation en aldéhydes s'effectue de la façon suivante :

» On chauffe au bain d'huile à 110°-115° C., pendant 4 heures, dans un ballon disposé à reflux, 1^{mol} d'éther-oxyde avec 2^{mol} d'acide oxalique desséché. Celui-ci se dissout partiellement et l'on voit rapidement apparaître quelques gouttes d'eau sur les parties froides du ballon et dans le réfrigérant. Quand le chauffage a été suffisamment prolongé, on laisse refroidir, puis le produit de la réaction est additionné de la quantité d'eau nécessaire pour dissoudre l'acide oxalique, et l'on neutralise exactement par la soude. On distille ensuite à la vapeur d'eau ; l'aldéhyde entraînée est recueillie par les procédés ordinaires et purifiée soit par transformation en dérivé bisulfitique, soit par distillation dans le vide. Les rendements sont rarement inférieurs à 50 pour 100 de la théorie.

» Les éthers de glycols employés étaient les éthers éthyliques suivants :

		Ébullition.
Le diméthyléthoxyméthylcarbinol	$(CH^3)^2 = COH - CH^2OC^2H^5$.	129°
Le diéthyléthoxyméthylcarbinol	$(C^2H^5)^2 = COH - CH^2OC^2H^5$.	168
Le dipropyléthoxyméthylcarbinol	$(C^3H^7)^2 = COH - CH^2OC^2H^5$.	201
Le diisobutyléthoxyméthylcarbinol	$(C^4H^9)^2 = COH - CH^2OC^2H^5$.	112°-113° sous 23mm
Le diisoamyléthoxyméthylcarbinol	$(C^5H^{11})^2 = COH - CH^2OC^2H^5$.	143-144 sous 25mm
Le diallyléthoxyméthylcarbinol	$(C^3H^5)^2 = COH - CH^2OC^2H^5$.	101-102 sous 25mm
Le diphényléthoxyméthylcarbinol	$(C^6H^5)^2 = COH - CH^2OC^2H^5$.	209-210 sous 29mm

» Ils nous ont permis de préparer les aldéhydes suivantes :

Aldéhyde isobutylique :

		Ébullition.
Diéthylacétaldéhyde	$(C^2H^5)^2 = CH - CHO$....	117°-118°
Dipropylacétaldéhyde	$(C^3H^7)^2 = CH - CHO$....	159-161
Diisobutylacétaldéhyde	$(C^4H^9)^2 = CH - CHO$....	185-186
Diisoamylacétaldéhyde	$(C^5H^{11})^2 = CH - CHO$....	103-105 sous 11mm
Diphénylacétaldéhyde	$(C^6H^5)^2 = CH - CHO$....	168-170 sous 10mm

» Nous avons, en outre, fait réagir $C^2H^5 - MgBr$ sur le phénoxy-acétate d'éthyle; le produit obtenu $(C^2H^5)^2 = COH - CH^2OC^6H^5$ bout à 140°-142° sous 12mm et donne de la diéthylacétaldéhyde quand on le chauffe avec l'acide oxalique sec.

» 2° *Préparation des aldéhydes* $\genfrac{}{}{0pt}{}{R}{R'}\!\!>CH - CHO$. — On a employé à leur préparation le procédé cité plus haut, en l'appliquant aux éthers-oxydes $\genfrac{}{}{0pt}{}{R}{R'}\!\!>COH - CH^2OC^2H^5$. Ces derniers résultent de l'action des dérivés organomagnésiens sur les cétones $R - CO - CH^2OC^2H^5$. Ces éthers-oxydes à fonction cétonique étaient inconnus jusqu'ici, sauf le premier terme $CH^3 - CO - CH^2OC^2H^5$. Nous avons utilisé pour leur obtention la méthode de Blaise (*Comptes rendus*, t. CXXXII, p. 38) appliquée au nitrile $C^2H^5O - CH^2 - CN$.

» Les composés déjà obtenus dans ces séries sont les suivants :

Composés cétoniques :

		Ébullition.
Éthoxybutanone	$C^2H^5 - O - CH^2 - CO - C^2H^5$....	145°-146°
Éthoxypentanone	$C^2H^5 - O - CH^2 - CO - C^3H^7$....	164-165
Éthoxyméthylhexanone	$C^2H^5 - O - CH^2 - CO - C^5H^{11}$...	92-93 sous 18mm
ω-éthoxyacétophénone	$C^2H^5 - O - CH^2 - CO - C^6H^5$....	134-136 sous 21mm

Éthers-oxydes de glycols :

		Ébullition
Éthoxy-1-éthyl-2-pentanol	$\frac{C^3H^7}{C^2H^5} > COH - CH^2OC^2H^5$	180°-184°
Éthoxy-1-propyl-2-méthyl-5-hexanol	$(CH^3)^2 = CH - CH^2 - CH^2 \diagup C^3H^7 > COH - CH^2OC^2H^5$	109-113 sous 12mm
Éthoxy-1-méthyl-2-octanol-2	$CH^3 - COH - CH^2OC^2H^5$ / $CH^3 - (CH^2)^4 - CH^2$	110-112 sous 14mm
Éthoxy-1-méthyl-2-nonanol	$CH^3 - COH - CH^2OC^2H^5$ / $CH^3 - (CH^2)^5 - CH^2$	130-133 sous 18mm

Aldéhydes :

Éthylpropylacétaldéhyde	$\frac{C^2H^5}{C^3H^7} > CH - CHO$	141°-143°
Propylisoamylacétaldéhyde	$\frac{C^3H^7}{C^5H^{11}} > CH - CHO$	195-198
Méthyl-2-octanal	$\frac{CH^3 - (CH^2)^5}{CH^3} > CH - CHO$	92 sous 28mm
Méthyl-2-nonanal	$\frac{CH^3 - (CH^2)^6}{CH^3} > CH - CHO$	98-100 sous 20mm

» Ce procédé d'obtention des aldéhydes semble donc absolument général pour les aldéhydes de formules $\frac{R}{R} > CH - CHO$ et $\frac{R}{R'} > CH - CHO$. Nous nous proposons de continuer ce travail. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Synthèse d'aldéhydes aromatiques.* Note de M. F. **Bodroux**, présentée par M. Troost.

« L'iodoforme et le bromoforme réagissent énergiquement à la température ordinaire sur les combinaisons organomagnésiennes. Avec le bromure de phénylmagnésium j'ai obtenu, en même temps que d'autres produits, du triphénylméthane

$$CH \begin{cases} Br \\ Br \\ Br \end{cases} + \begin{matrix} C^6H^5 - Mg - Br \\ C^6H^5 - Mg - Br \\ C^6H^5 - Mg - Br \end{matrix} = 3MgBr^2 + CH \begin{cases} C^6H^5 \\ C^6H^5 \\ C^6H^5 \end{cases}.$$

» Mais, quel que soit le mode opératoire employé, la quantité d'hydrocarbure recueilli n'a jamais dépassé le quart de la quantité théorique.

» Dans l'espoir d'obtenir un meilleur rendement, j'ai remplacé les dérivés halogénés précédents par l'orthoformiate d'éthyle.

» La facilité avec laquelle cet éther se détruit me faisait penser que la réaction suivante serait intégrale

$$H - C \begin{cases} OC^2H^5 \\ OC^2H^5 \\ OC^2H^5 \end{cases} + \begin{matrix} C^6H^5 - Mg - Br \\ C^6H^5 - Mg - Br \\ C^6H^5 - Mg - Br \end{matrix} = 3Mg \left\langle \begin{matrix} OC^2H^5 \\ Br \end{matrix} \right. + CH \begin{cases} C^6H^5 \\ C^6H^5 \\ C^6H^5 \end{cases};$$

mais, à la température du laboratoire, il ne s'est rien produit.

» J'ai alors chauffé au bain-marie, pendant 6 heures à l'ébullition, le mélange d'orthoformiate d'éthyle (1^{mol}) et de bromure de phénylmagnésium (3^{mol}) en solution éthérée. Après traitement par l'eau, puis par l'acide chlorhydrique pour dissoudre le précipité formé, j'ai chassé l'éther et rectifié le résidu.

» J'ai obtenu une quantité notable d'aldéhyde benzylique, que j'ai reconnu constituer le seul produit de l'opération. La formation de cette aldéhyde est expliquée par les deux équations

$$C^6H^5 - \boxed{Mg - Br + C^2H^5 - O} - CH \left\langle \begin{matrix} O - C^2H^5 \\ O - C^2H^5 \end{matrix} \right.$$
$$= Mg \left\langle \begin{matrix} O - C^2H^5 \\ Br \end{matrix} \right. + C^6H^5 - CH \left\langle \begin{matrix} O - C^2H^5 \\ O - C^2H^5 \end{matrix} \right. ,$$

$$C^6H^5 - CH \left\langle \begin{matrix} O - C^2H^5 \\ O - C^2H^5 \end{matrix} \right. + H^2O + HCl$$
$$= 2CH^3 - CH^2OH + HCl + C^6H^5 - CHO.$$

» Étant donné ce résultat, j'ai modifié les proportions des corps en présence.

» 60^g d'orthoformiate d'éthyle ont été ajoutés à 100^g de bromure de phényle, préalablement combinés en présence d'éther, à 15^g de magnésium.

» *Dans une première opération*, j'ai maintenu le mélange à l'ébullition pendant 3 heures. Le rendement en aldéhyde a été de 50 pour 100. *Dans une seconde opération*, j'ai maintenu le mélange à l'ébullition pendant 6 heures. Le rendement en aldéhyde a été de 90 pour 100.

» Dans les deux cas, l'aldéhyde a été isolée à l'état de combinaison bisulfitique, que j'ai décomposée ensuite à chaud, au moyen d'une solution de carbonate de sodium.

» Pour vérifier la généralité de cette réaction, j'ai opéré avec le bromure de paratolylmagnésium.

» Le produit de l'opération est constitué par un mélange d'aldéhyde paratoluique et d'acétal éthylique correspondant. Ce mélange a été traité pendant 1 heure, à l'ébullition, par une solution aqueuse d'acide sulfurique au $\frac{1}{20}$, puis agité avec une solution concentrée de bisulfite de sodium.

» La combinaison cristalline s'est immédiatement formée, et le rendement en aldéhyde paratoluique a été d'environ 65 pour 100.

» Avec le chlorure de benzylmagnésium, la réaction est plus lente à réaliser. En opérant comme précédemment, pour le bromure de paratolylmagnésium, le rendement en aldéhyde phénylacétique n'a été que de 20 pour 100.

» Je me propose de faire réagir l'orthoformiate d'éthyle sur différents composés organomagnésiens des séries grasse et aromatique. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Influence activante d'une matière albuminoïde sur l'oxydation provoquée par le manganèse.* Note de M. **A. Trillat**, présentée par M. Arm. Gautier.

« J'ai démontré dans une première Note (¹) que le manganèse envisagé comme porteur d'oxygène n'avait qu'une action très limitée en l'absence d'alcalins. Si l'on compare cette association de manganèse et d'un alcali avec la composition de la laccase de M. G. Bertrand, on voit qu'elle en diffère par l'absence d'une matière albuminoïde. Je me suis donc demandé quelle serait l'influence de l'addition d'une matière albuminoïde dans la marche d'une oxydation en présence du manganèse et d'un alcali.

» Pour m'en rendre compte, j'ai utilisé le même mode opératoire que précédemment : j'ai évalué comparativement les volumes d'oxygène absorbés dans un temps donné par une solution étendue d'acide gallique en présence ou en l'absence de la matière albuminoïde choisie. L'introduction de ce nouveau facteur rend l'expérience plus compliquée; il faut tenir compte du degré de neutralité de la substance qui, séparément, pourrait, à la faveur d'une faible alcalinité, oxyder plus ou moins la solution d'acide gallique et créer ainsi des causes d'erreur.

» J'ai étudié d'abord l'albumine du blanc d'œuf étendu : la solution d'acide gallique était additionnée de l'albumine, on ajoutait ensuite le sel de manganèse dissous, puis en dernier lieu l'alcali. Les ballons à oxydation étaient agités pendant le même temps et abandonnés dans un local à température constante : chaque série d'expériences comportait 6 témoins et 6 essais. Voici les résultats moyens d'un grand nombre d'expériences, toutes corrections faites :

(¹) *Comptes rendus,* 30 novembre 1903.

Volumes d'oxygène en dixièmes de centimètre cube, absorbés par une solution d'acide gallique en des temps donnés.

Doses employées : acide gallique, 50^{cm^3} au $\frac{1}{1000}$; albumine fraîche du blanc d'œuf, $0^g,100$; chlorure de manganèse, $0^g,02$; soude, $0^g,02$.

	Essais avec albumine (¹).	Essais sans albumine.
Oxygène absorbé après 1 heure.....	35	10
» » après 2 heures.....	48	19
» » après 4 heures.....	54	28

» L'action excitante de l'albumine est encore plus évidente si l'on suit l'absorption de l'oxygène dès le début de l'opération. On peut avoir aussi des différences très grandes, comme le prouvent les résultats suivants :

	Essais avec albumine.	Témoins sans albumine.
Oxygène absorbé après 5 minutes...	10	0 (²)
» » après 15 minutes...	32	4

» Les doses croissantes d'albumine ne favorisent plus l'oxydation à partir d'une certaine limite. C'est ainsi que dans une même série d'essais, dans lesquels on a fait varier le poids de l'albumine de $\frac{1}{100}$ à $\frac{1}{10000}$, le maximum d'activité correspondait à la dose d'environ $\frac{1}{1000}$. L'action des paralysants : bichlorure de mercure, acide arsénique, acide cyanhydrique, formol, etc., expérimentés dans mes premiers essais, semble se manifester d'une manière très sensible dans le cas de l'albumine (³). D'autres albuminoïdes, comme celle du sérum de cheval, et des colloïdes comme la gélatine, la dextrine et la gomme arabique, ont donné des résultats très variables. L'action excitante de la gélatine commerciale, purifiée, est à remarquer à cause de l'acidité qu'elle présentait et qui aurait dû la faire agir comme agent paralysant.

(¹) Corrigé de l'absorption de l'albumine et de l'acide gallique employés séparément.

(²) Etant donnée la nature délicate de tous ces essais, je crois bon de faire observer en outre qu'on ne peut songer à établir des comparaisons entre les témoins des diverses séries : les plus petites variations de température, le changement de matières premières, etc., suffisent pour que les volumes d'oxygène absorbés dans *un même temps* soient différents.

(³) Comme je l'ai fait remarquer déjà, tous ces phénomènes de ralentissement dans mes oxydations peuvent, en résumé, être expliqués par un simple changement dans l'état de neutralisation du milieu.

» Il est intéressant de rapprocher ces résultats de ceux obtenus antérieurement par M. G. Bertrand, qui a montré, par une série d'essais comparatifs, que le pouvoir oxydant du manganèse augmentait en même temps que le poids moléculaire de l'acide combiné au métal.

» L'albumine a la propriété d'empêcher la précipitation du bioxyde de manganèse, même en présence d'une forte dose d'alcali. Si, à une solution étendue d'albumine, on ajoute successivement un sel de manganèse dissous et un alcali, le liquide brunit légèrement, mais il ne se forme aucun dépôt. La même expérience faite en l'absence d'albumine donne au contraire un abondant précipité. Il en est de même si l'on intervertit l'ordre de la manipulation. Or on sait que l'activité chimique de certaines substances diminue à mesure qu'elles se rapprochent de leur point de coagulation : c'est donc probablement à un phénomène semblable qu'il faut attribuer, au moins en partie, l'action favorisante de l'albumine qui, en empêchant la précipitation du manganèse, maintient celui-ci dans un état colloïdal éminemment propice à l'oxydation. J'ai confirmé cette opinion par une expérience qui a consisté à comparer le pouvoir oxydant d'une solution alcaline additionnée de chlorure de manganèse avec une solution semblable contenant en plus une petite quantité d'albumine; cette dernière solution se comporte comme étant la plus oxydante vis-à-vis de l'acide gallique ou de l'hydroquinone.

» L'association du métal, d'une base et d'un colloïde comme l'albumine présente donc les conditions les plus favorables pour que le manganèse produise le maximum d'effet en un temps donné. Il est presque inutile de faire remarquer que c'est bien dans un état d'association analogue qu'on le trouve dans la nature.

» En me basant sur les précédentes remarques, j'ai préparé des liquides présentant des analogies remarquables comme propriétés avec celles des oxydases naturelles; elles feront l'objet d'une prochaine Communication. »

ZOOLOGIE. — *Sur la formation des tétrades et les divisions maturatives dans le testicule du Homard.* Note de M. **Alphonse Labbé**, présentée par M. Yves Delage.

« Exposons d'abord les faits :

» Après la dernière division des spermatogonies, le noyau renferme un seul long filament nucléinien déroulé, formé d'une seule file de petits microsomes chromatiques,

alternant régulièrement avec des espaces achromatiques; il y a un ou deux nucléoles, qui, peut-être, correspondent au nucléole chromosomique ou chromosome accessoire. Au stade *synapsis* se produit une *division longitudinale* du filament qui commence à se couper en segments, en même temps que se fait une condensation de la chromatine; ces segments ne correspondent pas toujours à des chromosomes, mais souvent à plusieurs chromosomes. Puis la division longitudinale s'efface, la chromatine se condense et les chromosomes, ou plutôt les segments chromatiques s'unissent deux à deux. Les doubles filaments qui résultent de cette union correspondent parfois à deux chromosomes unis, d'autres fois à des chaînes de deux, trois et même sept ou huit chromosomes. . . . .

» La façon dont s'unissent les segments chromatiques est fort variable et se fait suivant les divers modes que plusieurs auteurs, Mac Clung, Montgomery, Nichols, Sutton, etc., ont indiqués chez d'autres Arthropodes : les segments qui s'unissent ont la forme de V, ou de bâtonnets parallèles, d'anneaux, de fuseaux, de croix, d'X tordus, etc. La forme la plus fréquente est celle de fuseaux, où les deux chromosomes sont unis aux deux extrémités. Nous appellerons *protétrade* chaque figure formée par l'union de deux chromosomes. Une protétrade est une vésicule ovalaire, rattachée aux autres de la même file ou de files voisines par des tractus de linine, ce qui lui donne un aspect souvent étoilé, ordinairement pentagonal; la paroi est formée par de la chromatine peu dense, provenant de la fusion de la substance des deux chromosomes, et se colorant par l'hématoxyline ferrique beaucoup moins vivement que la chromatine normale : le centre est occupé par un espace clair. Les protétrades sont isolées ou groupées en chapelet, suivant la façon dont se sont unis les segments chromatiques. Elles sont encore en synapsis, ce qui rend leur numération peu facile : je pense qu'il y en a environ dix-huit. Chaque protétrade se transforme en tétrade par condensation de la chromatine en deux, trois, ou d'emblée en quatre granules chromatiques intensivement colorables, qui forment un quaterne régulier, restant unis par des filaments achromatiques. Les tétrades, une fois formées, se séparent les unes des autres et s'orientent pour la mise en fuseau. Les dix-huit tétrades représentent donc trente-six chromosomes unis deux à deux.

» A la première cinèse de maturation, les tétrades forment une figure équatoriale en couronne. A la métaphase, chaque granule chromatique montre l'indication d'une division perpendiculaire au plan équatorial. Je ne pense pas que ce soit la trace de la première division longitudinale, disparue avant la formation des tétrades. J'admettrais plutôt que c'est l'indication d'une deuxième division (longitudinale?) préparatoire à la deuxième cinèse de maturation.

» A la deuxième cinèse de maturation, les dyades se placent dans le plan fusorial, leur axe longitudinal étant perpendiculaire au plan équatorial; chaque granule étant divisé en deux, elles semblent des microtétrades. A la télophase, les spermatides sont séparées par un pont fusorial; les noyaux réniformes montrent encore les microdyades, dont chacune doit représenter $\frac{1}{2}$ chromosome. Pendant les divisions des spermatocytes on voit dans chaque cellule, un granule intensivement colorable qui représente peut-être un nucléole chromosomique, mais ne semble pas prendre part à la division. Ce nucléole chromosomique (?) passe tout entier dans l'une des spermatides, l'autre n'en possède pas.

» Les conclusions que l'on peut tirer des faits qui précèdent sont les suivantes :

» 1° Pendant le stade *synapsis*, les chromosomes s'unissent deux à deux et fusionnent leurs chromatines en une vésicule unique ou protétrade. Les tétrades s'organisent aux dépens des protétrades par condensation quaterne de la chromatine. *Il ne saurait donc être question, pour la constitution des tétrades, de division longitudinale ou transversale.*

» 2° Avant la formation des protétrades, le filament préparé pour la première cinèse maturative subit une *première division longitudinale*. Cette division s'efface et disparaît. Au premier fuseau (métaphase), on voit apparaître une *deuxième division* (*longitudinale?*); celle-ci, qui semble préparatoire à la deuxième cinèse, ne s'efface pas, mais est complètement inutile, puisqu'elle sépare deux demi-dyades, qui passeront dans la même spermatide. Ces deux divisions sont tout à fait indépendantes de la formation des tétrades, ne semblent donc qu'une sorte de rappel, de souvenir de ce qui se passe dans les mitoses ordinaires : *les divisions préparatoires aux cinèses sexuelles sont indépendantes de la formation des tétrades et restent sans objet.*

» 3° La façon dont se forment les groupes quaternes montre qu'il y a simple séparation en quatre parties de la *masse* de chromatine d'une protétrade, et qu'on ne peut invoquer ni division équationnelle, ni division réductionnelle.

» 4° Enfin, je ne saurais trop insister sur l'importance au stade *synapsis* de la formation des protétrades par *fusion complète* de doubles-chromosomes. C'est là le vrai point critique de la maturation, aussi bien dans l'ovogenèse que dans la spermatogenèse. Sans accorder aux chromosomes des qualités individuelles et une personnalité qu'ils ne possèdent certainement pas, il n'est cependant pas abusif de déduire de la fusion des doubles chromosomes en protétrades et de leur évolution ultérieure en tétrades une différence qualitative entre les chromosomes conjugués; et cette différence qualitative est peut-être aussi importante que celle qui existe entre l'œuf et le spermatozoïde dans la fécondation. Faut-il supposer, en poussant à l'extrême les théories de Haecker et de Montgomery, que c'est à ce moment de la vie de l'individu que se produit la fusion des caractères ancestraux paternels et maternels, fusion qui ne se produit pas, d'après Hæcker, au moment de la fécondation ni dans les premiers stades du développement? Faut-il, à l'exemple de Beard et de Lenhossek, admettre une sexualité dans les œufs comme dans les spermatozoïdes ? S'il en est

ainsi, on pourrait chercher dans les protétrades le déterminisme du sexe? Je ne saurais trancher une question de cette importauce. Ce qui est certain, c'est que le problème de la fécondation, celui du sexe, celui de l'hérédité se déplacent de plus en plus et se resserrent autour de questions cytologiques plus précises. Le stade *synapsis*, la formation des protétrades et des tétrades, la maturation cytoplasmique de l'œuf constituent une série de phénomènes absolument généraux, concordant avec la pénétration du spermatozoïde dans l'œuf, et par là même dépassant, dans la vie de l'individu, l'importance qu'on accordait autrefois à la fécondation seule pour l'amphimixie et l'embryogenèse. »

ZOOLOGIE. — *Sur la glande nidamentaire de l'oviducte des Élasmobranches.* Note de M. I. **Borcea**, présentée par M. Yves Delage.

« La glande est composée de deux moitiés : l'une dorsale, l'autre ventrale; la première plus développée du côté droit, l'autre plus développée du côté gauche. Il faut distinguer dans chaque moitié de glande deux zones : I, une zone supérieure sécrétant l'albumine, et II, une zone inférieure sécrétant la substance cornée de la coque, et dans chacune de ces zones une partie externe composée de tubes sécréteurs et un appareil lamelleux interne qui sert à recevoir, conduire et disposer le produit de la sécrétion.

» Il y a plusieurs manières d'être pour les *tubes sécréteurs* ; ou bien ils sont courts et disposés radiairement dans l'épaisseur de la paroi de l'organe (*Acanthias*); ou bien, par suite d'un accroissement des tubes de la région supérieure de la IIe zone dans le sens de la longueur de l'oviducte, il arrive que ceux-ci empiètent sur leurs congénères de la région inférieure de cette même zone d'une part, d'autre part sur ceux de la Ire zone soit légèrement (*Scyllium*), soit plus fortement en les recouvrant en partie (*Raia*). Dans d'autres cas, les tubes glandulaires se développent suivant la largeur de l'oviducte et entraînent à droite et à gauche la paroi de celui-ci, formant ainsi deux cônes, dont les glandes occupent la partie supérieure. Comme chaque moitié a un côté plus développé, il n'est pas étonnant que l'on observe une faible torsion, inverse à droite de ce qu'elle est à gauche. Ajoutons que la partie la plus développée fait saillie à l'intérieur (*Galeus, Mustelus, Carcharias*). Si l'on compare cette description avec celle donnée par I. Müller [1], il est facile de voir que la paroi de la corne, d'après sa description, est la paroi de l'oviducte entraînée, et le peigne tordu est la glande elle-même.

---

(1) *Abhandlungen der Akademie zu Berlin*, 1843, p. 133.

» L'*appareil lamelleux* est typiquement différencié dans la partie supérieure de la IIe zone, rudimentaire dans sa partie inférieure et dans la Ire zone. Chez les Roussettes, dans la Ire zone, il se présente d'abord sous la forme de quelques plis circulaires : c'est à ce niveau que l'œuf s'entoure de sa mince couche chalazifère et non avant d'arriver dans la glande, comme le croyait Gerbe (1); tout le reste est strié obliquement, c'est pourquoi l'albumine se déverse à droite et à gauche dans la coque en formation et entoure l'œuf. Dans la partie supérieure de la IIe zone, l'appareil lamelleux nous apparaît sous la forme d'une bande striée transversalement. Les deux bandes dorsale et ventrale sont séparées par deux sillons. On observe en outre sur chaque bande, à droite pour la supérieure et à gauche pour l'inférieure, un enfoncement semi-lunaire et, entre celui-ci et le sillon, une région triangulaire très réduite. Les deux bandes correspondent aux deux faces de la coque, les enfoncements semi-lunaires aux filaments et les petites régions triangulaires aux crêtes latérales. Aux sillons de séparation des deux bandes correspondent les fentes de la coque. Elles n'existent pas au milieu de la coque parce que, pendant la sécrétion de cette partie, la glande étant en extension exagérée, le fond du sillon arrive au même niveau que le reste de la surface interne de la glande, et la sécrétion est alors continue.

» Les lamelles de la bande striée sont très étroites à la base, l'épithélium des deux faces est presque en contact; elles deviennent plus larges vers l'intérieur et sont remplies de tissu conjonctif avec des dilatations vasculaires. Tout l'épithélium est cilié, il est moins haut à la base des lamelles. Les glandes s'ouvrent régulièrement : une série entre les bases des deux lamelles successives; leurs ouvertures sont aplaties, obliques et parallèles. La structure stratifiée de la coque tient d'une part à la disposition régulière des ouvertures des glandes, et d'autre part à l'appareil lamelleux. Ce fait a été remarqué par Perravex (2), mais son explication n'est pas tout à fait exacte. En effet, la coque commence à se former avant que l'œuf soit descendu dans la glande; or, ce faisant, il ne permettrait pas aux lamelles de se relever; au contraire, il les rabattrait davantage. Le phénomène se passe d'une manière réflexe : l'œuf n'est qu'un stimulus qui le détermine. D'autres stimuli peuvent produire le même effet, et il en résulte des coques contenant seulement de l'albumine si l'excitation a été intense, ou seulement des filaments si l'excitation a été faible.

» Tant que l'excitation n'est pas intense, commencement et fin du phénomène, a sécrétion n'est pas si abondante, la glande n'a pas une extension prononcée; les lamelles sont presque appliquées les unes sur les autres, du moins dans une certaine région de leur surface et elles empêchent que la sécrétion ne s'écoule entre elles. Alors celle-ci suinte entre leurs bases et s'écoule par les deux enfoncements semi-lunaires, sous la forme des filaments. Quand la glande est en extension, la sécrétion, plus abondante, s'écoule entre les lamelles, grâce à sa pression plus forte en couches, qui, en se superposant, composent la coque.

» Il y a des variations en ce qui concerne la nature de l'albumine sécrétée

(1) *Journal de l'Anatomie et de la Physiologie*, 1872.
(2) *Comptes rendus*, t. XCIX, 1884.

par la Ire zone. Chez les Raies (*Raia miraletus, microcellata*) elle présente les caractères de la mucine. Chez les Roussettes (*Scyllium canicula* et *catulus*) une seule série des glandes situées à la partie inférieure de cette zone sécrètent la mucine. C'est la zone intermédiaire décrite par M. Henneguy (1), mais qui ne sécrète pas des couches spéciales de la coque comme il croyait. Il est probable que cette mucine est la substance qui ferme les fentes et l'ouverture supérieure de la coque pendant le premier développement de l'œuf. Chez *Mustelus vulgaris*, à la limite des deux zones, on observe aussi une seule série des glandes qui sécrètent la mucine.

» Les glandes de la partie tout à fait inférieure de la IIe zone sécrètent aussi de la mucine qui, en se déversant à la surface de la coque, rend plus facile le glissement dans l'intérieur de l'oviducte. »

PHYSIOLOGIE VÉGÉTALE. — *Émission de rayons* N *par les végétaux*. Note de M. **Édouard Meyer**, présentée par M. Bouchard.

« Tenu amicalement au courant de ses recherches par M. Charpentier, et en présence de quelques résultats complexes d'expériences nouvelles auxquelles il a bien voulu m'associer, j'ai été amené à rechercher les radiations N dans les tissus animaux, dépourvus de nerfs, et aussi dans les végétaux.

» L'examen de plantes fait voir facilement, avec un peu d'habitude, un éclat plus grand quand on les approche d'un écran faiblement fluorescent. En observant successivement les différentes parties d'une plante on voit un éclat faible avec la fleur, beaucoup plus accentué avec les parties vertes, les tiges et surtout les feuilles, ainsi qu'avec les racines. La luminosité, assez vive, s'observe aussi avec des oignons, ou des végétaux dépourvus de chlorophylle, les champignons de couche très frais.

» L'effet de la compression, trouvée par M. Blondlot pour les corps solides, signalée par M. Charpentier dans les nerfs, se retrouve dans les diverses parties de la plante, même quand la compression légère s'exerce à une certaine distance du point d'observation. Ces radiations traversent l'aluminium, sont arrêtées ou fortement diminuées par une feuille épaisse de plomb. Ces phénomènes de luminosité paraissent être en rapport avec l'activité du protoplasma végétal, ou avec son évolution.

» 1° En effet, en faisant germer des graines de cresson alénois sur du coton hydrophile dans une éprouvette, et en approchant l'écran, ce dernier s'éclaire, et l'on arrive

(1) *Comptes rendus de la Société philomathique*, n° 16, Paris.

assez aisément à distinguer une éprouvette en pleine germination d'une autre qui vient d'être ensemencée. La luminosité se voit aussi bien au-dessus de l'éprouvette que sur ses côtés, au niveau des jeunes racines qui s'enfoncent dans le coton.

» 2° En soumettant à des vapeurs de chloroforme des feuilles, des racines, des oignons ou des tubercules en germination, on voit, par comparaison, leurs radiations agir plus faiblement sur l'écran; l'éclat s'exalte au-dessus de graines en germination normale, diminue notablement au-dessus de ces mêmes graines soumises pendant quelque temps à l'action du chloroforme.

» Les expériences déjà anciennes de Cl. Bernard (¹), celles plus récentes et plus complètes de MM. Bonnier et Mangin (²) nous ont d'ailleurs appris l'influence des anesthésiques sur la nutrition de la plante, et ont ainsi permis de dissocier la fonction chlorophyllienne qui est suspendue, et la fonction respiratoire qui persiste, du moins pour certaines doses d'anesthésiques (Bonnier et Mangin); aussi peut-on assez facilement distinguer une différence de luminosité entre une feuille normale et une feuille de même espèce, faiblement ou fortement anesthésiée.

» 3° On sème, à l'exemple de Cl. Bernard (³), des graines de cresson alénois sur du coton, dans deux éprouvettes; on fait passer un courant d'air pur à travers l'une, de l'air chargé de vapeurs de chloroforme à travers l'autre : la germination, on le sait, ne se développe que dans la première. Mais dans la seconde éprouvette, tous les phénomènes physiques qui préparent ou accompagnent la germination (imbibition, gonflement) se produisent; seul, le phénomène physiologique, l'évolution du germe, fait défaut : dans ces conditions aussi, l'éclat de l'écran augmente au voisinage de la première éprouvette, ne se modifie pas sensiblement au niveau de la dernière.

» Ces observations ont été faites au moyen des procédés habituels, écran ou tube de plomb, de M. Charpentier; les résultats ont été aussi apparents que ceux obtenus avec les tissus animaux; M. Charpentier a bien voulu en contrôler quelques-uns. Dans ces conditions, je me crois autorisé à conclure à l'existence de rayons N dans les végétaux, et à leur émission en fonction de leur activité nutritive ou de leur évolution. »

PATHOLOGIE VÉGÉTALE. — *Caractères morphologiques des Acrocécidies caulinaires.* Note de M. C. **Houard**, présentée par M. Gaston Bonnier.

« Afin de mettre en évidence la réaction de la plante hôte à l'action parasitaire, dans les associations que l'on désigne sous le nom de *zooce-*

(¹) Cl. Bernard, *Phénomènes de la vie communs aux animaux et aux végétaux*, t. I.

(²) Bonnier et Mangin, *Comptes rendus*, 1885, et *Dictionnaire de Physiologie*, de Ch. Richet.

(³) Cl. Bernard, *loc. cit.*

cidies, j'ai, dans une précédente Note ([1]), étudié l'anatomie d'un grand nombre de déformations caulinaires n'altérant pas la longueur des entre-nœuds et qui constituent des galles latérales de tiges ou pleurocécidies caulinaires. Depuis, j'ai étendu mes recherches anatomiques aux déformations caulinaires dans lesquelles la longueur des entre-nœuds de l'extrémité de la tige est considérablement réduite et qu'on groupe sous le nom de *galles terminales de tiges* ou *acrocécidies caulinaires*.

» Les cécidies étudiées ont été séparées en trois groupes d'après la position du parasite :

» Premier groupe. — Cécidies terminales des pousses du *Geranium sanguineum* L. (*Eriophyes geranii* Can.), du *Ribes rubrum* L. (*Aphis grossulariæ* Kalt.), etc.

» Elles présentent les caractères communs suivants :

» 1° Le parasite est *externe* par rapport à la tige et situé à la surface des feuilles terminales.

» 2° L'action cécidogène qu'il engendre agit à distance sur les derniers entre-nœuds de la tige, qui s'épaississent et n'atteignent pas leur longueur normale.

» 3° Les feuilles sont groupées en un amas peu serré; leurs limbes et leurs pétioles sont très altérés, crispés ou contournés et fortement hyperplasiés.

» Deuxième groupe. — Cécidies terminales des pousses du *Genista tinctoria* L. (*Perrisia genisticola* F. Löw), de l'*Euphorbia Cyparissias* L. (*Perrisia capitigena* Bremi), du *Taxus baccata* L. (*Perrisia taxi* Inchb.), du *Thymus Serpyllum* L. (*Janetiella thymicola* Kieff. et *Eriophyes Thomasi* Nal.), des *Juniperus communis* L., *Oxycedrus* L., *Sabina* L. (*Oligotrophus*), etc.

» 1° Le parasite est *externe* et situé à l'extrémité de la tige à la place du bourgeon terminal ou à l'aisselle des dernières feuilles.

» 2° L'action cécidogène qu'il engendre agit directement sur les entre-nœuds terminaux qui restent *très courts* et s'épaississent.

» 3° Les feuilles supérieures du rameau sont agglomérées en une sorte d'artichaut, élargies à la base, épaissies, raccourcies et souvent pileuses; leur parenchyme tend à devenir homogène (disparition du tissu palissadique) et leurs faisceaux libéro-ligneux sont en général très hypertrophiés.

» Troisième groupe. — Cécidies terminales des tiges de l'*Agropyrum repens* P. B. et de l'*A. junceum* P. B. (*Isosoma graminicola* Giraud), du

([1]) *Comptes rendus*, t. CXXXVI, 1903, p. 1338.

Psamma arenaria R. et S. (*Isosoma hyalipenne* Walk.), du *Cynodon Dactylon* Pers. (*Lonchæa lasiophthalma* Macq.), etc.

» 1° Le parasite est *interne* et situé à l'extrémité de la tige dans la moelle, près du point végétatif.

» 2° L'action cécidogène qu'il engendre empêche l'accroissement des entre-nœuds supérieurs qui s'épaississent; les faisceaux libéro-ligneux sont déformés et la lignification des tissus est retardée.

» 3° Les feuilles agglomérées sont arrêtées dans leur développement; leur gaine reste courte et s'élargit, leur limbe est très réduit et leurs tissus sont moins différenciés qu'à l'état normal.

» En résumé, chez toutes les acrocécidies caulinaires étudiées dans ce travail, le parasite développe une action cécidogène se traduisant :

» *a.* Par la destruction du point végétatif de la tige, ce qui entraîne un arrêt dans l'allongement des entre-nœuds terminaux et des feuilles qui en dépendent;

» *b.* Par des phénomènes d'hypertrophie et d'hyperplasie cellulaires dans les entre-nœuds (augmentation de leur diamètre) et dans les feuilles (épaisseur et largeur beaucoup plus grandes), phénomènes qui décèlent la réaction de la plante;

» *c.* Par une faible différenciation des tissus des feuilles (réduction du tissu palissadique).

» L'action cécidogène se faisant sentir avec une égale intensité dans toutes les directions, les cécidies étudiées conservent l'axe de symétrie de la tige et la disposition des feuilles parasitées reste normale, c'est-à-dire conforme à la théorie phyllotaxique de Schwendener. »

GÉOLOGIE. — *Chronologie de la grotte du Prince, près de Menton.* Note de M. **Marcellin Boule**, présentée par M. Albert Gaudry.

« Les grottes des Baoussés-Roussés, situées près de Menton, au bord de la mer, à quelques mètres au delà de la frontière franco-italienne, sont bien connues des naturalistes depuis que M. Rivière y a découvert plusieurs squelettes d'Hommes préhistoriques.

» Toutefois, il a régné, jusqu'aujourd'hui, beaucoup d'incertitude sur la chronologie de ces gisements. On s'est livré à de longues discussions sur l'âge des squelettes humains sans arriver à un résultat satisfaisant.

» Le Prince de Monaco, désireux de préparer la solution de cet intéres-

sant problème, ordonna, il y a quelques années, des travaux d'exploration systématique. Les fouilles, faites par M. le chanoine de Villeneuve, aidé de M. Lorenzi, ont été poursuivies successivement dans trois grottes : la caverne du *Prince* ou du *Pont romain;* la grotte dite des *Enfants*, à cause des squelettes qu'y découvrit M. Rivière et qui font aujourd'hui partie des collections de l'Institut catholique de Paris; la grotte dite du *Cavillon*, d'où provient le squelette du Muséum, connu sous le nom de l'*Homme de Menton*.

» La collection recueillie au cours de ces fouilles est admirable; elle comprend quatre nouveaux squelettes humains, des milliers d'ossements d'animaux fossiles de toutes sortes, une quantité énorme d'objets travaillés en pierre et en os.

» Ces documents vont être décrits dans une publication détaillée entreprise sous les auspices du Prince de Monaco. M. le D[r] Verneau étudiera les squelettes des Hommes fossiles. M. Cartailhac fera connaître les produits de leur industrie. Je traiterai moi-même de la Stratigraphie et de la Paléontologie. J'ai l'honneur de présenter aujourd'hui à l'Académie les résultats de l'étude stratigraphique de la grotte du Prince.

» Cette caverne était à peu près intacte quand les fouilles ont commencé; comme elle a été explorée avec beaucoup de méthode et de soin, les renseignements qu'elle a fournis sont des plus précieux au point de vue de la chronologie quaternaire.

» 1. La partie supérieure des dépôts de remplissage était formée par une terre argileuse renfermant de nombreux cailloux anguleux du calcaire jurassique dans lequel la grotte est creusée. Les objets qu'on y a recueillis montrent que cette terre est d'âge moderne.

» 2. Au-dessous, on a rencontré une épaisse couche de stalagmite.

» 3. Puis venaient des couches d'argile rouge mélangées de cailloux, coupées de lits de cendres et de charbons qui sont des traces de foyers. Ce niveau s'est montré riche en ossements d'animaux appartenant à la faune du quaternaire supérieur, laquelle comprend des espèces dénotant un climat froid : le *Rhinoceros tichorhinus*, le Renne, le Bouquetin, la Marmotte, etc.

» 4. Ces foyers reposaient sur une épaisse formation d'argile et de cailloux, avec de gros blocs détachés de la voûte et des parois de la grotte. Ces dépôts ne renferment pas de foyers, mais on y observe des traînées de coprolites d'Hyènes, des amas d'ossements d'Oiseaux et de Rongeurs, notamment de Lapins et de *Lagomys*. Cet ensemble de couches correspond évidemment à une époque où la caverne fut abandonnée par l'Homme et habitée par des fauves.

» 5. Au-dessous de ces dépôts à peu près stériles au point de vue paléontologique, on a rencontré de nouveaux foyers riches, comme les premiers, en ossements d'animaux;

mais ici il s'agit d'une faune toute différente de la première car elle dénote un climat chaud. Les principales espèces sont : l'*Elephas antiquus*, le *Rhinoceros Mercki*, l'Hippopotame; elles sont caractéristiques du quaternaire inférieur.

» L'ensemble de ces dépôts, d'origine terrestre ou subaérienne, n'a pas moins de 20m d'épaisseur. Il repose sur un terrain d'origine toute différente.

» 6. Il s'agit, en effet, d'une ancienne plage marine formée par un mélange de blocs calcaires, de galets, de sable coquillier, plus ou moins agglomérés par un ciment calcaire. Cette plage se retrouve, à l'intérieur de la grotte, le long des roches du littoral, à l'altitude moyenne de 7m. Les coquilles qu'on y recueille appartiennent presque toutes à la faune méditerranéenne actuelle; pourtant j'y ai trouvé de beaux exemplaires du *Strombus mediterraneus*, que l'on considère comme caractéristique des plages quaternaires de la région méditerranéenne.

» 7. Mais il y a, dans la grotte du Prince, des traces marines encore plus anciennes. Dans la partie supérieure, à une altitude de 28m, règne une corniche calcaire due à l'action des vagues et au-dessous de laquelle la roche qui forme la paroi de la caverne est toute perforée par des Lithodomes. La mer a donc atteint cette altitude de 28m. Elle s'est ensuite retirée peu à peu jusqu'à l'altitude de 7m à 8m. Elle a déposé les sables coquilliers du fond de la caverne. Puis le mouvement de retrait ou, si l'on veut, le mouvement d'exhaussement de la terre ferme a continué. Il est difficile de dire quelle a été l'amplitude de ce mouvement. La présence, au large des Baoussés-Roussés et à une faible profondeur, d'une plate-forme sous-marine s'étendant assez loin, paraît être démontrée par les travaux océanographiques du Prince de Monaco. Il y aurait là une indication qu'après le dépôt des sables à *Strombus mediterraneus* la mer se serait retirée fort loin, laissant entre elle et les roches du littoral un espace assez vaste pour permettre à des animaux tels que les Eléphants, les Hippopotames ou les Rhinocéros de se livrer à des évolutions auxquelles la topographie actuelle ne saurait se prêter.

» Ce qui est certain, c'est que cette plage de 7m d'altitude, signalée tout dernièrement par MM. Déperet et Caziot sur d'autres points du littoral des Alpes-Maritimes, et regardée par eux comme du quaternaire récent, remonte au contraire à une époque très reculée, puisqu'elle est antérieure à des dépôts d'origine subaérienne renfermant la forme du quaternaire ancien.

» Ainsi nous avons le moyen de fixer l'âge des dernières oscillations de cette région. »

GÉOLOGIE. — *Sur les tremblements de terre des Andes méridionales.* Note de M. de Montessus de Ballore, présentée par M. de Lapparent.

« M. Goll, de Munich, vient de publier un Catalogue sismique considérable, relatif au Chili, et basé en grande partie sur les Notes laissées par feu le Dr Von Dessauer. J'en ai profité pour étudier dans un Mémoire détaillé la répartition de l'instabilité sur le versant occidental des Andes

entre les 16ᵉ et 56ᵉ parallèles sud. Il pourra paraître intéressant de présenter les résultats généraux de ce travail.

» Les conditions de relief ressortent immédiatement comme le principal signe de l'instabilité sismique; je dis signe parce qu'elles n'ont pas d'action sismogénique par elles-mêmes, mais bien seulement par les dislocations qui les accompagnent, quand elles atteignent un degré absolu suffisant et que la pente s'accentue. Dans les territoires étudiés, les Andes apparaissent comme la tranche morcelée et disloquée en paquets de la lèvre occidentale d'une dalle soulevée de l'écorce terrestre, dalle qui n'aurait fait que fléchir à l'est. Il n'y a donc grand relief et forte pente que du côté du Pacifique et précisément, sauf une seule exception, les séismes ne se produisent que sur ce versant. Encore n'ont-ils lieu que là où ces conditions se maintiennent entre la crête de la chaîne et l'isobathe de 4000^m qui, parallèle à la côte dont il est rapproché, représente le pied de la Cordillère immergée sur environ le tiers de sa hauteur. Ce résultat est tellement exact qu'à Valparaiso, le seul point où cet isobathe touche le littoral, on note une exacerbation notable des tremblements de terre.

» Entre les rios Loa et Salado, le sud de la pampa de Tamarugal, le désert d'Antofagasta, et le nord de l'Atacama, c'est-à-dire presque toute la région des nitrates, correspondent à l'élargissement de la chaîne, à sa transformation en une série d'escaliers, à l'intervalle entre les fosses de Bartholomew et de Richards, et en même temps à une grande diminution des séismes.

» Il y a probabilité que la plupart des séismes des Andes méridionales soient d'origine sous-marine, comme sur la côte occidentale du Japon, le long de l'abîme de Tuscarora, et ne fassent que mordre le littoral. Leur cause apparaît ainsi comme liée à la fracture représentée par l'isobathe de 4000^m. En tout cas, les séismes nettement sous-marins, c'est-à-dire non ressentis à terre, ainsi que les vagues sismiques, se montrent surtout à hauteur des quatre fosses de Krümmel, Bartholomew, Richards et Hæckel.

» Le régime normal d'instabilité diminue beaucoup au sud de Valparaiso jusqu'à Puerto-Montt, où les séismes de Talcahuano et de Valdivia prennent un caractère tout à fait exceptionnel et paroxysmal, bien différent de ce qui se passe au nord, et ce changement correspond nettement dès la latitude de Talca à la disparition des grands fonds et à l'abaissement notable de la Cordillère. Les tremblements cessent ensuite jusqu'au cap Horn, avec l'accentuation de ces conditions de relief.

» Le changement de direction de la chaîne se fait graduellement et sans dislocation particulière; aussi les séismes ne sont-ils pas plus fréquents à Arica que de part et d'autre du littoral sur quelque 300^{km}, et ils le sont moins à Tacna dans l'intérieur,

phénomène d'ailleurs presque constant et qui appuie l'opinion de l'origine sous-marine de la plupart d'entre eux.

» La grande dépression longitudinale du Chili passe pour jouer un rôle sismogénique important. Il n'en est rien, puisque, du nord au sud, elle coïncide successivement : avec la région si instable de Santiago à Talca; de là à Puerto-Montt, avec des territoires modérément ébranlés; puis, par sa partie immergée, aux golfes d'Anard et de Corcovado, et au canal de Moraleda jusqu'au lac de San-Rafael, dans l'isthme d'Ofqui, avec une région parfaitement stable.

» Le morcellement de Chiloe, des îles Guaytecas et Chonos, ainsi que la division des terres magellaniques en fjords nombreux et profonds, résultent de cassures transversales dénuées de toute activité sismique.

» Les phénomènes de plissement sont rares sur le versant occidental des Andes. Peut-être un rôle sismogénique important peut-il être attribué à ceux de Copiapo, là où ils se montrent entre la crête et la bande granitique du littoral, si l'opinion se confirme que les chaînes secondaires plissées pourraient bien être constituées de crétacé supérieur métamorphique, en dépit de leur aspect archéen. Cela serait d'autant plus plausible que la seule région sismique du versant oriental, de Salta à Mendoza, correspond incontestablement à une zone de plissement.

» La répartition, toutefois mal connue encore, des séismes sous-marins, peut faire suggérer qu'on découvrira plus tard une région océanique instable dans les parages des îles Desventuradas et Juan-Fernandez, le long de la branche ascendante de l'isobathe de 4000^{m}, analogue à celle de Daussy et du rocher Saint-Paul de l'Atlantique équatorial, l'une et l'autre en même temps théâtres d'activité volcanique.

» Les séismes des Andes méridionales apparaissent ainsi comme le résultat ultime et indirect de la surrection de la chaîne et des dislocations concomitantes, d'autant plus qu'ils disparaissent à hauteur de la Patagonie, dont les couches pampéennes semblent indiquer par leur horizontalité une plus grande ancienneté dans l'arrêt du mouvement ascensionnel de la Cordillère, supposition corroborée par la diminution du relief émergé et immergé.

» Il est très remarquable que la répartition de l'instabilité sismique à tous les degrés d'intensité présente toutes les combinaisons possibles avec la présence ou l'absence des volcans, avec leur activité et leur extinction (on s'en est référé à la Carte de Stübel), ce qui affirme une fois de plus l'indépendance complète, dans le temps et dans l'espace, des deux ordres de phénomènes. »

PHYSIQUE DU GLOBE. — *Sur la Carte générale bathymétrique des océans.* Note de MM. J. Thoulet et Ch. Sauerwein.

« A la suite du Congrès de Géographie tenu à Berlin en 1899, une Commission internationale pour la nomenclature sud-océanique avait été instituée avec la mission d'exécuter et de publier, au plus tard pour la réunion du prochain Congrès (Washington, 8 septembre 1904), une Carte rectifiée des profondeurs de l'ensemble des mers.

» La Commission de nomenclature, composée de MM. les professeurs Supan et Krümmel (Allemagne), le docteur H.-R. Mill (Angleterre), le professeur Petterson (Norvège), le professeur Thoulet (France), s'est réunie les 15 et 16 avril 1903 à Wiesbaden, sous la présidence de S. A. S. le Prince de Monaco. La Carte présentée aujourd'hui à l'Académie des Sciences a été entreprise par ordre de S. A. S. le Prince de Monaco, sous la direction de M. Sauerwein d'après le Mémoire présenté par M. le professeur Thoulet et approuvé à l'unanimité par la Commission.

» La Carte générale bathymétrique des océans est à l'échelle de $\frac{1}{10000000}$. Elle se compose de vingt-quatre feuilles.

» Deux modes de projections ont été adoptés pour la confection de cette Carte :

» 1° Entre l'équateur et les parallèles 72° nord et sud, la projection de Mercator sur un cylindre tangent à la sphère terrestre suivant l'équateur;

» 2° Entre les parallèles 72° et 90° nord et sud une projection gnomonique sur la base du cylindre de Mercator parallèle au plan tangent au pôle. Dans ces conditions, les parallèles se projettent suivant des cercles ayant pour centres communs les pôles et les méridiens suivant les rayons de ces cercles.

» Le sectionnement de la Carte en vingt-quatre feuilles a été obtenu de la manière suivante :

» Le cylindre compris entre les parallèles 72° sud et 72° nord est coupé le long de quatre de ses génératrices, projections respectives des méridiens 0°, 90° E, 180°, et 90° W (Greenwich); chacun des fuseaux ainsi obtenu étant ensuite divisé verticalement en quatre parties suivant les parallèles 0°, 47°, N et S, et 72°, N et S.

» Les deux calottes polaires sont divisées chacune en 4 quadrants suivant les rayons méridiens 0°, 90° E, 180° et 90° W.

« Un mode spécial de notation permet de désigner, non seulement chacune des feuilles de l'Atlas au dix-millionième, mais encore les Cartes qui

pourraient résulter de la décuplation et même de la double décuplation partielle de l'une quelconque de ces feuilles.

« La Carte commencée au mois de juin 1903 est aujourd'hui terminée et porte tous les sondages effectués jusqu'au mois de juillet 1903. Les courbes isobathes, tracées à 200^m, 500^m, 1000^m et de 1000^m en 1000^m, ensuite jusqu'à 9000^m, ont été vérifiées à l'aide des Cartes les plus détaillées fournies par les divers services hydrographiques. Tous les sondages des plus récentes expéditions océanographiques ont été également utilisés et grâce aux renseignements communiqués par le Service hydrographique anglais, le Ministère de la Marine impériale à Berlin, le Coast and geodetic Survey des États-Unis, le Service hydrographique français et les diverses Compagnies de câbles sous-marins, la Carte présentée à l'Académie des Sciences est actuellement à jour. Elle donne, pour certaines parties du relief sous-marin, des renseignements précieux, utilisés déjà par le service des câbles français, et elle indique, pour les autres parties encore insuffisamment connues, les champs d'activité réservés aux océanographes de l'avenir. »

PHYSIOLOGIE. — *La glande interstitielle a seule, dans le testicule, une action générale sur l'organisme. Démonstration expérimentale.* Note de MM. **P. Bouin** et **P. Ancel.**

« Le testicule a sur l'organisme tout entier un rôle général, soupçonné depuis très longtemps et aujourd'hui assez bien connu. De très nombreux auteurs se sont demandé comment le testicule agit sur l'organisme et ont édifié à ce sujet différentes théories dont le bien fondé n'a reçu jusqu'ici aucune démonstration expérimentale. L'opinion la plus connue est celle que Brown-Séquard a soutenue avec tant d'éclat. D'après cet auteur, le *liquide séminal* est résorbé en partie, il pénètre dans le sang et se répand dans tout l'organisme.

» Si nous analysons le liquide séminal dont la résorption agirait si puissamment sur l'individu, nous lui reconnaissons la constitution suivante : on y trouve : 1° des spermatozoïdes; 2° des produits provenant de la fonte des cellules séminales dégénérées et en particulier des lobes cytoplasmiques des spermatides; 3° enfin, le matériel de sécrétion élaboré par le syncytium sertolien.

» Les recherches que nous poursuivons sur le rôle de la glande interstitielle du testicule nous mettent à même de démontrer que l'opinion soutenue par Brown-Séquard et les auteurs qui l'ont suivi dans cette voie,

est en désaccord avec les faits; elles nous permettent d'affirmer qu'aucune des différentes parties constitutives du liquide séminal n'a d'action générale sur l'organisme. En ce qui concerne les spermatozoïdes, Brown-Séquard lui-même admettait qu'ils n'ont aucune action. L'étude des testicules ectopiques du verrat, du cheval et du chien démontre qu'il en est de même pour les produits provenant de la fonte des cellules séminales dégénérées. Chez les animaux cryptarchides, en effet, l'activité génitale persiste et les caractères sexuels secondaires sont conservés, contrairement à ce qui se passe chez les castrats; pourtant dans le testicule on ne trouve ni spermatozoïdes, ni cellules séminales dégénérées. Tous les éléments de la lignée génitale ont disparu, le testicule est uniquement constitué par la glande interstitielle développée entre les tubes séminifères et le syncytium sertolien situé à l'intérieur de ces tubes. Ce syncytium sécrète avec une grande activité et il reste à savoir si les produits qu'il élabore possèdent bien l'action que Brown-Séquard attribuait au liquide séminal. Pour résoudre ce problème, nous avons entrepris l'expérience suivante sur des lapins :

» Après avoir enlevé un testicule, nous avons ligaturé le canal déférent du côté opposé et, 6 mois après, nous avons sacrifié les animaux. Les cellules séminales étaient en pleine dégénérescence dans tous les tubes testiculaires, et complètement absentes dans beaucoup d'entre eux; le syncytium sertolien gardait son aspect à peu près normal; quant à la glande interstitielle, elle était considérablement hypertrophiée et possédait un volume total au moins égal au double de son volume normal dans un testicule de lapin. Nos opérés avaient conservé leurs caractères sexuels secondaires et leur activité génitale.

» Nous pouvons tirer de ces résultats certaines conclusions en nous appuyant sur les deux grands principes biologiques suivants :

» 1° La ligature du canal excréteur d'une glande amène la dégénérescence de cette glande tout entière; 2° si l'on enlève un des représentants d'un système glandulaire pair, l'autre s'hypertrophie de façon à déverser dans l'organisme une quantité de produits égale à celle fournie par le système tout entier. La dégénérescence de la glande séminale dans nos expériences est expliquée par le premier de ces principes; quant au second, il nous permet le raisonnement suivant : toutes les parties du testicule qui élaborent un matériel destiné à passer dans le sang et à agir ainsi sur l'organisme doivent s'hypertrophier lorsqu'on enlève un testicule et lorsqu'on ligature le canal déférent du côté opposé, car, chez nos opérés, le syncytium sertolien n'a subi aucune hypertrophie tandis que la glande interstitielle a considérablement augmenté de volume. Nous obtenons ainsi une dissociation fonctionnelle, non seulement entre les éléments séminaux et la glande interstitielle, mais encore entre la glande interstitielle et le syncytium sertolien.

» L'influence du liquide séminal se trouve donc éliminée de la façon suivante :

» 1° L'étude des cryptarchides démontre que les cellules séminales n'ont aucune action;

» 2° L'absence d'hypertrophie du syncytium sertolien dans nos expériences prouve qu'il en est de même pour le syncytium.

» *Contrairement à l'opinion de Brown-Séquard, le liquide séminal n'a donc aucune action sur l'organisme; la glande interstitielle est seule chargée chez l'adulte du rôle général reconnu au testicule tout entier.* »

PHYSIOLOGIE COMPARÉE. — *Coopération, hiérarchisation, integration des sensations chez les Artiozoaires.* Note de M. **Georges Bohn**, présentée par M. Edmond Perrier.

« Les diverses sensations éprouvées par un organisme *coopèrent* à sa conservation vitale. Sans les sensations, un animal ne pourrait fuir les actions destructives qui le menacent, ou chercher un abri contre elles, ou les combattre. Les mouvements par lesquels un animal fuit une action nocive, recherche un abri ou un aliment, ont presque toujours lieu sous l'influence d'un complexe de sensations simultanées ou successives.

» 1° *Rétraction d'un Annélide dans son tube* (¹). — Quand un *Palæmon* s'approche d'un Annélide tubicole dont les tentacules céphaliques sont étalés, les segments antérieurs de l'Annélide éprouvent une sensation (a) sous l'influence de l'agitation de l'eau, accompagnée souvent d'une sensation (b) provoquée par l'ombre portée sur les organes visuels, et suivie d'une sensation (c) résultant du contact des tentacules avec le *Palæmon*

$a + b + c$ produisent la rétraction du Ver dans son tube

mais $a + b$ suffisent pour la produire

et même b

» Les Annélides tubicoles se rétractent sous l'influence de la plus légère ombre portée.

» 2° *Recherche par un Mollusque supralittoral d'un abri dans les rochers* (²). — Quand une Littorine commence à recevoir le choc des vagues de la mer montante

(¹) G. Bohn, *Contribution à la psychologie des Annélides* (*Bulletin de l'Institut général psychologique*, décembre 1902).

(²) Mitsukuri, *Negative phototaxis of Littorina* (*Annot. zool. Japon*, t. IV, p. 1-20).

(sensation a), elle se déplace vers les ombres projetées par les rochers (s. b) et sur les rochers (s. c) et va finalement se loger dans des excavations où elle trouve abri.

$a + b + c$ produisent la marche indiquée,
mais b suffit.

» La Littorine suit l'ombre projetée artificiellement du côté de la mer profonde et périt.

» 3° *Déplacements des* Convoluta *le long des pentes sableuses* ([1]). — Quand la mer commence à remonter, les *Convoluta* ont atteint les sommets des pentes sableuses, elles éprouvent les effets de la dessiccation et par suite certaines sensations (a), elles descendent vers l'eau, mais en général la dessiccation est fonction de l'éclairement : pendant l'insolation, les *Convoluta* éprouvent, outre les sensations a, des sensations b dues aux rayons solaires :

$a + b$ produisent la descente suivant les lignes de plus grande pente,
mais b suffit.

» Les *Convoluta,* brusquement éclairées, même placées sous une couche d'eau, descendent le long des pentes; les ombres produisent des arrêts.

» Ainsi, chez les animaux supra-littoraux, les sensations lumineuses (b) s'associent, soit à des sensations tactiles (contact, chocs, etc.), soit à des sensations chimiques (déshydratation) et finissent par prendre la prédominance; elles peuvent produire des mouvements signalés; mais, si l'animal est transporté d'un habitat dans un autre où les diverses sensations ne sont pas associées de la même façon, il est induit en *erreur*, suit l'ombre et périt.

» 4° *Recherche des coquilles par les Crustacés* ([2]). — Lorsqu'un Pagure (*Eupagurus bernhardus*) explore une coquille, il éprouve une série de sensations successives, fournies : 1° par une surface rugueuse (a); 2° par un corps présentant, suivant certaines directions au moins, des contours arrondis (b) et des surfaces inclinées (c); 3° par une dépression à contours circulaires (d).

$a + b + c + d$ déterminent les mouvements de pénétration dans la coquille.

» Mais

$$\left.\begin{array}{r} b + c + d \\ c + d \\ + c \\ c \end{array}\right\} \text{ont le même effet, contrairement à}$$

$$\left\{\begin{array}{r} b + \quad d \\ d \end{array}\right.$$

» Ici le Crustacé se laisse guider par un complexe de sensations tactiles, mais sur-

---

([1]) G. Bohn, *Les* Convoluta *et la théorie des causes actuelles* (*Bulletin du Muséum,* novembre 1903).

([2]) G. Bohn, *L'évolution des connaissances chez les animaux marins littoraux* (*Bulletin de l'Institut général psychologique,* décembre 1903).

tout d'ordre musculaire (attitudes imposées par le relief des corps); il obéit à deux ou trois sensations *consécutives* du complexe, parmi lesquelles se trouve toujours *c*, par suite il peut obéir à *c*. Le Bernard qui est couché le long d'une pente quelconque cherche au bas de cette pente un orifice qui n'existe pas. S'il rencontre un orifice (*d*), il cherche la sensation *c* avant d'y pénétrer.

» Chez les Pagures, les diverses sensations sont fournies par le même objet (coquille); elles sont associées toujours de la même façon; malgré cela, les impressions qui en résultent ne sont pas suffisamment associées, intégrées pour que le Crustacé ait une connaissance véritable de la coquille : il est induit en *erreur* par d'autres corps, car il perçoit certaines qualités de la coquille indépendamment de l'objet.

» On retrouve, chez les animaux supérieurs et les enfants, cette perception des qualités d'un objet indépendamment de l'objet : un enfant peut désigner deux objets différents, ayant une qualité commune, par le même nom; les impressions qui donneront la connaissance de l'objet ne sont pas suffisamment intégrées. Certains psychologues ([1]) ont vu dans ces faits, qui résultent d'une *intégration imparfaite des impressions*, de l'*abstraction!* Le Pagure, pas plus que le Chien, pas plus que l'enfant, ne fait d'abstractions. Celles-ci supposent une intégration plus parfaite des impressions, nécessitant un *travail intellectuel de dissociation*. »

MÉDECINE. — *La Radiothérapie, moyen de diagnostic et de thérapeutique de certains fibromes*. Note de M. **Foveau de Courmelle**, présentée par M. d'Arsonval.

« Dès 1897, j'ai mentionné, dans une publication spéciale ([2]), des essais de cure du cancer par les rayons X. De nombreux faits ont prouvé depuis leur efficacité incontestable.

» Personnellement, j'ai vu souvent en dehors de la *sédation de la douleur*, qui est la règle, une diminution des hémorragies, des ganglions et de la tumeur elle-même.

» D'autre part, il existe dans la Science l'opinion, vérifiée d'ailleurs, que certaines tumeurs abdominales, des fibromes notamment, peuvent dégénérer en carcinomes. J'ai pensé à appliquer les rayons X à deux malades qui ne voulaient entendre parler d'opération et dont le teint jaunâtre, les

---

([1]) Hachet-Souplet, *L'examen psychologique des animaux*. (Il entrevoit la distinction p. 85, mais n'en a pas tenu compte p. 78-79.)

([2]) *Traité de Radiographie*.

douleurs, l'aspect cachectique pouvaient donner à penser à une tumeur maligne future. Les bons résultats obtenus permettent de penser que la Radiothérapie pourrait ainsi fournir un élément de diagnostic, en même temps qu'agir curativement.

» Ces deux malades, 47 et 41 ans, ont été soignés inutilement par les courants continus; la première, au ventre énorme, avait une tumeur remontant à 20^{cm} au-dessus de l'ombilic; la seconde, du volume d'un gros œuf. Les règles seules sont très hémorragiques, durant 8 jours, abondantes; en dehors, aucune perte. J'ai fait des applications de 15 minutes à 20^{cm} du ventre, tube dur, 30^{cm} d'étincelle; plaque d'aluminium reliée au sol, interposée entre le tube et la tumeur. Après chaque séance, les patientes ont éprouvé des contractions dans la région morbide; puis, leurs menstrues ont été encore plus abondantes, mais en laissant chaque fois la tumeur un peu plus molle et amoindrie.

» La plus grosse est aujourd'hui au-dessous de l'ombilic; après 27 séances, la malade a repris des couleurs, des forces, de l'appétit et du sommeil; l'autre tumeur, plus résistante, n'a diminué que de la moitié dans le même temps, mais ces séances ont été plus espacées (trois fois par semaine, au lieu de tous les jours pendant 10 jours, et ensuite trois fois par semaine également chez la première); l'état général est également meilleur.

» Sans vouloir tirer des conclusions prématurées de ces résultats, il m'a paru que les rayons X, quasi-spécifiques du cancer en tant qu'améliorations tout au moins, et sûrement anesthésiques, pour ne rien préjuger de l'avenir, s'imposaient comme thérapeutique dans les cas de tumeurs douteuses où les malades ne veulent pas recourir à l'intervention chirurgicale. L'amélioration obtenue permettra de penser à un néoplasme. »

M. C. **Galtier** soumet au jugement de l'Académie un Mémoire et des photographies « Sur les radiations humaines ».

(Renvoi à la Section de Médecine et de Chirurgie.)

M. Aug. **Louiton** adresse un Mémoire accompagné de plans, ayant pour titre : « Aviateur, tables aériennes ».

(Renvoi à la Commission de l'Aéronautique.)

M. D. **Tommasi** adresse une Note ayant pour titre : « Action de la lumière sur la vitesse de formation des accumulateurs ».

M. A. **Tchernychevsky** adresse une Note intitulée : « Sur une expression singulière, la variante ».

La séance est levée à 4 heures un quart.

M. B.

ERRATA.

(Séance du 28 décembre 1903.)

Note de M. *Fleurent*, Sur la relation qui existe entre la proportion de gluten contenu dans les différents blés et la proportion des matières azotées totales :

Page 1313, ligne 13, *au lieu de* individuelle, *lisez* industrielle.

Page 1314, ligne 4 en remontant, *au lieu de* Nouette de Lausanne, *lisez* Nonette de Lausanne.

On souscrit à Paris, chez GAUTHIER-VILLARS,
Quai des Grands-Augustins, n° 55.

Depuis 1835 les **COMPTES RENDUS** hebdomadaires paraissent régulièrement le *Dimanche*. Ils forment, à la fin de l'année, deux volumes in-4°. Deux Tables, l'une par ordre alphabétique de matières, l'autre par ordre alphabétique de noms d'Auteurs, terminent chaque volume. L'abonnement est annuel et part du 1er Janvier.

Le prix de l'abonnement est fixé ainsi qu'il suit :
Paris : 30 fr. — Départements : 40 fr. — Union postale : 44 fr.

On souscrit, dans les Départements,

	chez Messieurs :
Agen	Ferran frères.
Alger	Chaix. Jourdan. Ruff.
Amiens	Courtin-Hecquet.
Angers	Germain et Grassin. Gastineau.
Bayonne	Jérôme.
Besançon	Régnier.
Bordeaux	Feret. Laurens. Muller (G.).
Bourges	Renaud.
Brest	Derrien. F. Robert. Oblin. Uzel frères.
Caen	Jouan.
Chambery	Perrin.
Cherbourg	Henry. Marguerie.
Clermont-Ferr.	Juliot. Bouy.
Dijon	Nourry. Ratel. Rey.
Douai	Lauverjat. Degez.
Grenoble	Drevet. Gratier et Cie.
La Rochelle	Foucher.
Le Havre	Bourdignon. Dombre.
Lille	Thorez. Quarré.
Lorient	Baumal. Mme Texier.
Lyon	Bernoux et Cumin. Georg. Effantin. Savy. Vitte.
Marseille	Ruat.
Montpellier	Valat. Coulet et fils.
Moulins	Martial Place.
Nancy	Jacques. Grosjean-Maupin. Sidot frères.
Nantes	Guist'hau. Veloppé.
Nice	Barma. Appy.
Nîmes	Thibaud.
Orléans	Loddé.
Poitiers	Blanchier. Lévrier.
Rennes	Plihon et Hervé.
Rochefort	Girard (Mlles).
Rouen	Langlois. Lestringant.
St-Étienne	Chevalier.
Toulon	Ponteil-Burles. Rumèbe.
Toulouse	Gimet. Privat.
Tours	Boisselier. Péricat. Suppligeon.
Valenciennes	Giard. Lemaître.

On souscrit, à l'Étranger,

	chez Messieurs :
Amsterdam	Feikema Caarelsen et Cie.
Athènes	Beck.
Barcelone	Verdaguer.
Berlin	Asher et Cie. Dames. Friedlander et fils. Mayer et Müller.
Berne	Schmid Francke.
Bologne	Zanichelli.
Bruxelles	Lamertin. Mayolez et Audiarte. Lebègue et Cie.
Bucharest	Sotchek et Co. Alcalay.
Budapest	Kilian.
Cambridge	Deighton, Bell et Co.
Christiania	Cammermeyer.
Constantinople	Otto Keil.
Copenhague	Höst et fils.
Florence	Seeber.
Gand	Hoste.
Gênes	Beuf.
Genève	Cherbuliez. Georg. Stapelmohr.
La Haye	Belinfante frères.
Lausanne	Benda. Payot et Cie.
Leipzig	Barth. Brockhaus. Kœhler. Lorentz. Twietmeyer.
Liège	Desoer. Gnusé.
Londres	Dulau. Hachette et Cie. Nutt.
Luxembourg	V. Bück.
Madrid	Ruiz et Cie. Romo y Fussel. Capdeville. F. Fé.
Milan	Bocca frères. Hœpli.
Moscou	Tastevin.
Naples	Marghieri di Gius. Pellerano.
New-York	Dyrsen et Pfeiffer. Stechert. Lemcke et Buechner
Odessa	Rousseau.
Oxford	Parker et Cie
Palerme	Reber.
Porto	Magalhaès et Moniz
Prague	Rivnac.
Rio-Janeiro	Garnier.
Rome	Bocca frères. Loescher et Cie.
Rotterdam	Kramers et fils.
Stockholm	Nordiska Boghandel.
St-Pétersbourg	Zinserling. Wolff.
Turin	Bocca frères. Brero. Clausen. Rosenberg et Sellier.
Varsovie	Gebethner et Wolff.
Vérone	Drucker.
Vienne	Frick. Gerold et Cie.
Zürich	Meyer et Zeller.

TABLES GÉNÉRALES DES COMPTES RENDUS DES SÉANCES DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

Tomes 1er à 31. — (3 Août 1835 à 31 Décembre 1850.) Volume in-4°; 1853. Prix.................. 25 fr.
Tomes 32 à 61. — (1er Janvier 1851 à 31 Décembre 1865.) Volume in-4°; 1870. Prix.............. 25 fr.
Tomes 62 à 91. — (1er Janvier 1866 à 31 Décembre 1880.) Volume in-4°; 1889. Prix.............. 25 fr.
Tomes 92 à 121. — (1er Janvier 1881 à 31 Décembre 1895.) Volume in-4°; 1900. Prix.............. 25 fr.

SUPPLÉMENT AUX COMPTES RENDUS DES SÉANCES DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES :

Tome I. — Mémoire sur quelques points de la Physiologie des Algues, par MM. A. Derbès et A.-J.-J. Solier. — Mémoire sur le Calcul des Perturbations qu'éprouvent les Comètes, par M. Hansen. — Mémoire sur le Pancréas et sur le rôle du suc pancréatique dans les phénomènes digestifs, particulièrement dans la digestion des matières grasses, par M. Claude Bernard. Volume in-4°, avec 32 planches; 1856.................. 25 fr.

Tome II. — Mémoire sur les vers intestinaux, par M. P.-J. Van Beneden. — Essai d'une réponse à la question de Prix proposée en 1850 par l'Académie des Sciences pour le concours de 1853, et puis remise pour celui de 1856, savoir : « Étudier les lois de la distribution des corps organisés fossiles dans les différents terrains sédimentaires, suivant l'ordre de leur superposition. — Discuter la question de leur apparition ou de leur disparition successive ou simultanée. — Rechercher la nature des rapports qui existent entre l'état actuel du règne organique et ses états antérieurs », par M. le Professeur Bronn. In-4°, avec 7 planches; 1861.... 25 fr.

A la même Librairie les Mémoires de l'Académie des Sciences, et les Mémoires présentés par divers Savants à l'Académie des Sciences.

N° 2.

TABLE DES ARTICLES. (Séance du 11 janvier 1904.)

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS
DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

NOMINATIONS.

CORRESPONDANCE.

PARIS. — IMPRIMERIE GAUTHIER-VILLARS,
Quai des Grands-Augustins, 55.

Le Gérant : Gauthier-Villars.

1904

PREMIER SEMESTRE.

COMPTES RENDUS

HEBDOMADAIRES

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES

PAR MM. LES SECRÉTAIRES PERPÉTUELS.

TOME CXXXVIII.

N° 3 (18 Janvier 1904).

PARIS,

GAUTHIER-VILLARS, IMPRIMEUR-LIBRAIRE

DES COMPTES RENDUS DES SÉANCES DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES,

Quai des Grands-Augustins, 55.

1904

RÈGLEMENT RELATIF AUX COMPTES RENDUS

ADOPTÉ DANS LES SÉANCES DES 23 JUIN 1862 ET 24 MAI 1875

Les *Comptes rendus hebdomadaires des séances de l'Académie* se composent des extraits des travaux de ses Membres et de l'analyse des Mémoires ou Notes présentés par des savants étrangers à l'Académie.

Chaque cahier ou numéro des *Comptes rendus* a 48 pages ou 6 feuilles en moyenne.

26 numéros composent un volume.

Il y a deux volumes par année.

ARTICLE 1er. — *Impression des travaux de l'Académie.*

Les extraits des Mémoires présentés par un Membre ou par un associé étranger de l'Académie comprennent au plus 6 pages par numéro.

Un Membre de l'Académie ne peut donner aux *Comptes rendus* plus de 50 pages par année.

Toute Note manuscrite d'un Membre de l'Académie ou d'une personne étrangère ne pourra paraître dans le *Compte rendu* de la semaine que si elle a été remise le jour même de la séance.

Les Rapports ordinaires sont soumis à la même limite que les Mémoires; mais ils ne sont pas compris dans les 50 pages accordées à chaque Membre.

Les rapports et Instructions demandés par le Gouvernement sont imprimés en entier.

Les extraits des Mémoires lus ou communiqués par les Correspondants de l'Académie comprennent au plus 4 pages par numéro.

Un Correspondant de l'Académie ne peut donner plus de 32 pages par année.

Les *Comptes rendus* ne reproduisent pas les discussions verbales qui s'élèvent dans le sein de l'Académie; cependant, si les Membres qui y ont pris part désirent qu'il en soit fait mention, ils doivent rédiger, séance tenante, des Notes sommaires, dont ils donnent lecture à l'Académie avant de les remettre au Bureau. L'impression de ces Notes ne préjudicie en rien aux droits qu'ont ces Membres de lire, dans les séances suivantes, des Notes ou Mémoires sur l'objet de leur discussion.

Les Programmes des prix proposés par l'Académie sont imprimés dans les *Comptes rendus*, mais les Rapports relatifs aux prix décernés ne le sont qu'autant que l'Académie l'aura décidé.

Les Notices ou Discours prononcés en séance publique ne font pas partie des *Comptes rendus*.

ARTICLE 2. — *Impression des travaux des Savants étrangers à l'Académie.*

Les Mémoires lus ou présentés par des personnes qui ne sont pas Membres ou Correspondants de l'Académie peuvent être l'objet d'une analyse ou d'un résumé qui ne dépasse pas 3 pages.

Les Membres qui présentent ces Mémoires sont tenus de les réduire au nombre de pages requis. Le Membre qui fait la présentation est toujours nommé; mais les Secrétaires ont le droit de réduire cet Extrait autant qu'ils le jugent convenable, comme ils le font pour les articles ordinaires de la correspondance officielle de l'Académie.

ARTICLE 3.

Le *bon à tirer* de chaque Membre doit être remis à l'Imprimerie le mercredi au soir, ou, au plus tard, le jeudi à 10 heures du matin; faute d'être remis à temps, le titre seul du Mémoire est inséré dans le *Compte rendu* actuel, et l'extrait est renvoyé au *Compte rendu* suivant et mis à la fin du cahier.

ARTICLE 4. — *Planches et tirage à part.*

Les *Comptes rendus* ne contiennent ni planches, ni figures.

Dans le cas exceptionnel où des figures seraient autorisées, l'espace occupé par ces figures comptera pour l'étendue réglementaire.

Le tirage à part des articles est aux frais des auteurs; il n'y a d'exception que pour les Rapports et les Instructions demandés par le Gouvernement.

ARTICLE 5.

Tous les six mois, la Commission administrative fait un Rapport sur la situation des *Comptes rendus* après l'impression de chaque volume.

Les Secrétaires sont chargés de l'exécution du présent Règlement.

Les Savants étrangers à l'Académie qui désirent faire présenter leurs Mémoires par MM. les Secrétaires perpétuels sont priés de les déposer au Secrétariat au plus tard le Samedi qui précède la séance, avant 5h. Autrement la présentation sera remise à la séance suivante.

ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 18 JANVIER 1904,

PRÉSIDENCE DE M. MASCART.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

M. le **Ministre de l'Instruction publique et des Beaux-Arts** adresse une ampliation du Décret par lequel le Président de la République approuve la nomination de M. *Lacroix*, comme Membre de la Section de Minéralogie en remplacement de M. *Munier-Chalmas*.

Il est donné lecture de ce Décret.

Sur l'invitation de M. le Président, M. **Lacroix** prend place parmi ses Confrères.

M. le **Secrétaire perpétuel** annonce à l'Académie que le Tome CXXXVI des *Comptes rendus* est en distribution au Secrétariat.

HYDRODYNAMIQUE. — *Application de la théorie générale de l'écoulement des nappes aqueuses infiltrées dans le sol aux fortes sources des terrains perméables, et, en particulier, à plusieurs de celles qui alimentent Paris.* Note de M. **J. Boussinesq**.

« I. J'ai démontré, dans une Note du 22 juin 1903 (*Comptes rendus*, t. CXXXVI, p. 1511), que durant les périodes de sécheresse, alors que la nappe d'eau souterraine, infiltrée dans un sous-sol donné, ne présente que d'assez faibles dénivellations h entre ses points les plus hauts et le seuil de la source qui la draine, l'équation indéfinie de ses mouvements se réduit à

la forme linéaire

$$\mu \frac{dh}{dt} = \frac{d}{dx}\left(\mathrm{KH}\frac{dh}{dx}\right) + \frac{d}{dy}\left(\mathrm{KH}\frac{dh}{dy}\right), \tag{1}$$

où l'on appelle x, y les deux coordonnées horizontales du pied de la petite ordonnée h, H la profondeur donnée en x et y, supposée très grande devant h, de la nappe d'eau, au-dessous de cette ordonnée h, enfin μ et K deux coefficients, spécifiques du terrain perméable où est disséminée la nappe aqueuse, fonctions également données de x et de y. Comme les conditions relatives au contour de la projection σ de la nappe sur le plan horizontal des xy sont, en outre, l'annulation de h le long du seuil χ de la source, et celle de la dérivée $\frac{dh}{dn}$, suivant une normale dn au contour, sur tout le reste χ_1 de celui-ci, la petite dénivellation h se trouve régie par les mêmes lois que la température d'une plaque mince se refroidissant, à faces imperméables, qui recouvrirait ce plan σ de la nappe, aurait la conductibilité KH avec la capacité calorifique μ, et serait, d'une part, imperméable à la chaleur sur toute la partie χ_1 de son contour, d'autre part, maintenue à la température zéro tout le long du seuil χ. Et le flux de chaleur, $\int \mathrm{KH}\frac{dh}{dn}d\chi$, qu'elle perdrait par cette partie χ du contour, exprime précisément le débit Q de la source.

» Par suite, après une période plus ou moins brève, employée à régulariser l'écoulement, l'expression de h se réduit à la solution simple *fondamentale* de Fourier, proportionnelle au produit $\mathrm{U}e^{-\alpha t}$, où α et U sont des quantités positives, l'une, α, constante, l'autre U, fonction de x et de y, mais toutes les deux, exclusivement dépendantes de la configuration géométrique du sous-sol et de la perméabilité du sol. D'autre part, le débit Q de la source varie, avec le temps t, comme l'exponentielle $e^{-\alpha t}$; et la constante α peut être appelée le *coefficient de tarissement*.

» Dans le cas simple d'un bassin homogène, à fond horizontal et à plan rectangulaire, ou d'une profondeur H et d'une largeur L constantes entre un thalweg ou seuil $x = 0$ et une ligne de faîte $x = \mathrm{L}$, les solutions simples sont de la forme

$$h = \mathrm{C}e^{-\frac{(2i+1)^2\pi^2\mathrm{KH}t}{4\mu\mathrm{L}^2}} \sin\frac{(2i+1)\pi x}{2\mathrm{L}}, \tag{2}$$

où le paramètre i admet toutes les valeurs entières 0, 1, 2, 3, ... Il vient

donc immédiatement, pour la solution fondamentale, qui correspond à $i=0$, et pour le débit $q = \mathrm{KH}\left(\frac{dh}{dx}\right)_{x=0}$ par unité de longueur du seuil, après la période préparatoire, les formules

$$(3) \qquad \mathrm{U} = \sin\frac{\pi x}{2\mathrm{L}}, \qquad \alpha = \frac{\pi^2 \mathrm{KH}}{4\mu \mathrm{L}^2}, \qquad q = \frac{\pi \mathrm{KH}}{2\mathrm{L}} \mathrm{C} e^{-\alpha t} = \frac{\pi}{2}\mathrm{KH}\frac{h_m}{\mathrm{L}},$$

h_m désignant la dénivellation h maxima, celle $(\mathrm{C}e^{-\alpha t})$, qui se produit à la ligne de faîte $x = \mathrm{L}$ de la bande.

» II. On peut qualifier de *bonne* une source à coefficient de tarissement α très petit, et d'*également bonnes*, deux sources où ce coefficient a la même valeur. La seconde formule (3) montre que la profondeur H (au-dessous des seuils), de leurs bassins respectifs d'alimentation, supposés de structure pareille, y est proportionnelle au carré L^2 de la largeur; et, si l'on y observe, au début, des dénivellations totales h_m identiques, leurs expressions $\mathrm{C}e^{-\alpha t}$ restent égales à toute époque.

» Il en sera de même pour une forme quelconque du plan de la nappe et pour des profondeurs H quelconques, données en fonction de x et de y, pourvu qu'on passe d'une nappe à l'autre et, par suite, d'une source à l'autre, en multipliant les dimensions horizontales de la première nappe, ou les coordonnées x, y de ses divers points, par un même nombre k, et les profondeurs H correspondantes par son carré k^2. En effet, l'équation (1) et les conditions au contour, où dx, dy, dn, H deviendront partout $k\,dx$, $k\,dy$, $k\,dn$, $k^2\mathrm{H}$, continueront visiblement à être satisfaites par les mêmes suites de valeurs de h, fonctions de t, aux points homologues. Les expressions de h se conserveront donc, dans le passage d'une nappe à l'autre; et les deux sources correspondantes seront *également bonnes*.

» De la première nappe à la seconde, les pentes de superficie $\frac{dh}{dn}$ varieront avec les éléments linéaires dn, ou seront divisées par k, et les débits par unité de longueur, $\mathrm{KH}\frac{dh}{dn}$, se trouveront multipliés par k, ou, les débits élémentaires $\mathrm{KH}\frac{dh}{dn}d\chi$, qui ont le facteur linéaire horizontal $d\chi$ en plus, multipliés par k^2 et ainsi proportionnels aux profondeurs H. Tel sera donc aussi le rapport des débits Q totaux.

» III. Cela posé, considérons, pour les deux sources également bonnes dont il s'agit, le rapport $\frac{h}{\mathrm{H}}$, dont la petitesse comparativement à l'unité est

supposée par la théorie actuelle : ce rapport y sera en raison inverse de H ou du débit total Q. Et, si l'une des deux sources est *très forte*, c'est-à-dire pourvue d'un débit considérable, le rapport $\frac{h}{H}$ s'y trouvera incomparablement plus faible que dans l'autre, supposée de débit modéré. On pourra donc négliger, dans la première, les dénivellations h comparativement aux profondeurs H, ou y employer les formules de cette Note, bien avant de pouvoir le faire dans la seconde. Ainsi, même en dehors des temps de sécheresse, ou peu après la cessation des pluies, les débits de la période d'été y admettront l'expression approchée simple $Ae^{-\alpha t}$.

» Tels sont notamment, d'après une soigneuse étude de M. Edmond Maillet, les cas de la source de la Dhuis et de celle de Cérilly. La première, dont les débits d'été varient entre 270^l et 170^l par seconde, alimente Paris sur la rive droite de la Seine : le coefficient α de tarissement y est 0,0380, quand on prend le mois pour unité de temps. La seconde, plus variable, et dont les débits moyens durant la saison sèche varient, suivant les années, entre 150^l et 200^l environ par seconde, est une des sources de la Vanne, qui alimentent Paris sur la rive gauche de la Seine : son coefficient de tarissement, presque triple du précédent, est 0,1066.

» IV. Une autre des sources de la Vanne, la source d'Armentières, d'un débit moyen d'environ 600^l par seconde, pendant l'été, et, par conséquent, beaucoup plus forte que celle de Cérilly, a été également étudiée par M. Edmond Maillet, qui, en partant de l'instant, voisin du début de la saison sèche, où elle donne $898^l,8$ par seconde, lui a trouvé la formule de débit, beaucoup moins simple,

$$(4) \qquad Q = 158,8 + \frac{740}{(1+0,12t)^2} \quad (^1).$$

Abstraction faite du terme constant, cette formule rentrerait dans celle que j'ai obtenue pour le cas d'un fond horizontal contenant le seuil de la source; et elle a été suggérée justement à M. Maillet par cette formule, à laquelle l'avaient conduit de son côté certaines considérations théoriques (²). Mais

---

(¹) Je dois la connaissance de cette formule, encore inédite, et de la plupart des résultats d'observation relatés ici, à une obligeante Communication de M. Maillet, qui a, d'ailleurs, fait porter ses études sur les deux sources de Cérilly et d'Armentières, de préférence à d'autres de la Vanne tout aussi considérables, parce que ces deux-là sont *les moins constantes* et semblaient, dès lors, les plus propres à manifester *les lois de variation* des sources du bassin.

(²) *Comptes rendus*, t. CXXXVII, 27 octobre 1903, p. 676.

le terme constant $158^{l},8$ est beaucoup trop grand pour pouvoir être négligé.

» D'autre part, l'on ne saurait être surpris qu'une source *aussi énorme* se règle lentement, et que, par suite, le second terme simple de la solution de Fourier y reste sensible plusieurs mois, sinon même tout le semestre d'été. Si, d'ailleurs, se bornant aux hypothèses les moins complexes, on y fait constantes, comme ci-dessus [formule (2)], la structure moyenne, la profondeur H et la largeur L du bassin d'alimentation, il viendra

$$(5) \qquad h = C\left(e^{-\alpha t}\sin\frac{\pi x}{2L} + ce^{-9\alpha t}\sin\frac{3\pi x}{2L}\right),$$

où C et c désignent deux constantes arbitraires. Et il en résultera, pour la pente de superficie près du seuil où $x = 0$, la formule

$$(6) \qquad \left(\frac{dh}{dx}\right)_{x=0} = \frac{\pi C}{2L}\left(e^{-\alpha t} + 3ce^{-9\alpha t}\right).$$

» Donc le débit Q, proportionnel à cette pente de superficie, aura la forme

$$(7) \qquad Q = Ae^{-\alpha t} + Be^{-9\alpha t}, \qquad \text{avec} \qquad B = 3cA.$$

» On pourra prendre pour α le plus faible décroissement *mensuel relatif* de Q constaté à la fin des semestres d'été, décroissement reconnu, par M. Maillet, égaler 0,0366 ou, sensiblement 0,037, en se bornant à trois décimales; ce qui donnera $9\alpha = 0,333$. Ainsi, sans aucun recours aux mesures individuelles de débits, la théorie conduit à essayer pour la source d'Armentières la formule binome

$$(8) \qquad Q = Ae^{-\alpha t} + Be^{-\beta t}, \qquad \text{avec} \qquad \alpha = 0,037, \qquad \beta = 0,333.$$

» V. J'ai déterminé A et B, dans (8), par les deux conditions que cette formule (8) donne la valeur initiale convenue 898,8 et, en outre, la même valeur moyenne que (4) dans l'intervalle pour lequel les deux formules doivent être employées, c'est-à-dire, sensiblement, entre les deux limites $t = 0$, $t = 6$ [1]. J'ai obtenu ainsi l'expression

$$(9) \qquad Q = 431,3e^{-0,037t} + 467,5e^{-0,333t}.$$

---

[1] On pourra voir, pour plus de détails, au *Journal de Mathématiques pures et appliquées* de 1904 (fascicule I), le § XI de mon Mémoire intitulé *Recherches théoriques sur l'écoulement des nappes d'eau infiltrées dans le sol et sur le débit des sources.*

» Elle donne :

	Pour						
	$t=0$	$t=1$	$t=2$	$t=3$	$t=4$	$t=5$	$t=6$,
Q =	898,8	750,7	640,7	558,1	495,4	446,9	408,8;

tandis que la formule empirique (4) prend les valeurs, à peine différentes,

Q =	898,8	748,7	640,1	559,6	496,6	447,9	408,9.

» D'après une remarque de M. Maillet, touchant la légère imperfection de la formule (4) aux environs de $t=1$, où elle se trouverait être un peu trop faible, l'expression (9) paraîtrait préférable; elle serre, en tout cas, de fort près, les résultats observés.

» VI. De la seconde formule (7), où $A = 431,3$ et $B = 467,5$, il résulte $c = 0,3613$; et l'on reconnaît aisément, en discutant l'équation (5) de la surface pour $t=0$, que la nappe aqueuse présente *initialement*, c'est-à-dire au début de la saison sèche, un bombement notable vers le milieu de sa largeur L (avec sommet à la distance 0,49 L environ du thalweg ou seuil de la source), endroit où la hauteur h vaut alors, sensiblement, les $\frac{3}{2}$ de ce qu'elle est sur la ligne de faîte, c'est-à-dire pour $x = L$.

» C'est, probablement, dans la constitution *variée* de la couche superficielle du sol, sur le bassin d'alimentation de la source, ou dans la diversité des cultures existant en ses diverses régions, qu'il faut chercher l'explication de cette particularité.

» En effet, eu égard à la grande étendue que doit avoir le bassin en question, une variété du sol et des cultures plus accentuée que sur celui de la source de Cérilly n'y est pas invraisemblable; et si, grâce à une telle hétérogénéité, pouvant n'être que superficielle, l'évaporation y est rendue plus active, ou encore, le ruissellement instantané des pluies vers les rivières plus accusé, près de la ligne de faîte que vers le milieu du bassin, l'affluence des eaux pluviales à la nappe aqueuse souterraine sera notablement plus grande en ce milieu du bassin qu'au voisinage du faîte. Dès lors, la nappe affectera, au début de la saison sèche, c'est-à-dire à la fin des périodes pluvieuses, cette forme convexe au centre, qui rend, pour $t=0$, prédominant dans le débit Q le second terme simple de l'intégrale.

» VII. En résumé, l'exemple des trois sources de la Dhuis, de Cérilly et d'Armentières ([1]) tend bien à montrer que, *pour les sources importantes des*

([1]) Au moment où s'imprime cette Note, on peut y ajouter un quatrième exemple,

terrains perméables, le bassin d'alimentation est très profond au-dessous de leurs seuils. Or, cette circonstance justifierait la réduction de l'équation du mouvement à la forme linéaire de celle de la chaleur, et l'emploi des solutions en série d'exponentielles e^{-mt}, même en dehors des temps de sécheresse et du semestre d'été, mais à la condition d'y tenir compte des affluences de pluie par la méthode exposée au n° VI de ma Note du 22 juin 1903. »

ASTRONOMIE. — *Sur les premiers fascicules du « Catalogue photographique du Ciel » publiés par* M. Trépied. Note de M. **Lœwy**.

« J'ai l'honneur de faire hommage à l'Académie, au nom de M. Trépied, des premiers fascicules du Catalogue photographique du Ciel pour la zone dont l'exploration est dévolue à l'Observatoire d'Alger. La région dont il s'agit est à peu près symétriquement placée de part et d'autre de l'équateur et embrasse une largeur de 8 degrés. La partie du Catalogue qui vient d'être achevée contient les coordonnées rectilignes d'environ 30000 étoiles. Cette belle récolte de positions précises ainsi obtenues met en lumière à la fois la grande activité de l'Observatoire d'Alger et l'efficacité de la méthode photographique.

» Cette œuvre est accompagnée d'un Mémoire très intéressant qui en constitue la préface et qui est l'œuvre personnelle du Directeur, M. Ch. Trépied. On y trouvera exposées d'une manière très complète, avec beaucoup d'élégance et d'originalité, les méthodes dont il a fait usage pour construire la première partie du *Catalogue photographique d'Alger,* relative aux coordonnées rectilignes des astres obtenues à l'aide des mesures effectuées sur leurs images.

» L'auteur commence par établir les relations fondamentales qui existent entre les coordonnés célestes d'une étoile et les coordonnées de son image mesurées sur un cliché; puis, au moyen d'une intégration géométrique de ces relations, il montre comment le méridien et le parallèle d'une étoile quelconque devraient, théoriquement, se projeter sur le plan du cliché. Il développe ensuite les formules des corrections qui doivent être appliquées aux coordonnées mesurées pour tenir compte d'une erreur d'orientation,

---

fourni par une autre source de la Vanne, dont M. Maillet vient de dégager la formule en utilisant des observations faites de 1886 à 1900 : c'est la source du Miroir, qui se trouve avoir ses débits d'été proportionnels à l'exponentielle $e^{-0,05065t}$.

d'une erreur de centrage, et d'un défaut de perpendicularité de l'axe optique sur le plan de la plaque.

» Dans une deuxième section de son Ouvrage, l'auteur s'est proposé de réunir en une même analyse le calcul des effets produits sur les coordonnées rectilignes d'un astre par un phénomène quelconque de nature à modifier les coordonnées équatoriales de cet astre, soit que le phénomène consiste en un mouvement des axes de référence (*précession* et *nutation*), ou bien en un changement du lieu apparent de l'astre par rapport aux axes considérés comme fixes (*aberration* et *réfraction*). Cette partie du Mémoire est traitée avec beaucoup de rigueur et avec la plus grande généralité. Les variations que les coordonnées apparentes d'une étoile sur le cliché doivent subir pour être affranchies de l'influence de l'un des quatre phénomènes précités sont développées jusqu'aux termes du second degré inclusivement par rapport aux coordonnées rectilignes de l'astre. Ces variations équivalent, suivant les cas, soit à un changement de l'orientation de la plaque, soit à un changement de l'échelle angulaire, soit à des corrections simultanées de ces deux éléments.

» Viennent ensuite d'intéressants détails sur les dispositions adoptées pour l'impression du réseau et l'exécution des clichés, sur les méthodes de mesure, sur la conversion des résultats bruts de ces mesures en abscisses et en ordonnées, et enfin sur l'évaluation des grandeurs stellaires au point de vue photographique.

» La quatrième et dernière section est de beaucoup la plus étendue; elle a pour objet principal la détermination si importante des éléments d'un cliché au moyen des étoiles de repère. Ces éléments sont au nombre de quatre : orientation du cliché, valeur angulaire de l'échelle des distances, ascension droite et déclinaison du centre de la plaque. Le rôle qu'ils jouent dans la réduction des mesures photographiques des étoiles est analogue à celui des constantes instrumentales par rapport aux procédés ordinaires de l'observation directe. Seulement, la recherche est ici plus laborieuse et plus difficile. L'auteur ne se borne pas à exposer la marche théorique des calculs; il en donne aussi des exemples numériques très complets et des Tables pour faciliter l'exécution des calculs. Cet Ouvrage sera consulté avec grand fruit par les astronomes qui s'occupent de Photographie céleste de haute précision.

» En ce qui concerne le degré d'exactitude des résultats que l'on tirera du Catalogue photographique d'Alger, une discussion habilement conduite permet de l'évaluer. La conclusion est que, pour toute étoile commune à

deux clichés de la zone, la moyenne des positions fondées sur les mesures de ces deux clichés jouira d'une précision sensiblement égale à celle des coordonnées du centre d'une seule des deux plaques, et l'erreur probable de la moyenne en question différera peu de 0″,30. L'auteur fait remarquer la concordance de cette valeur de l'erreur probable avec celle que j'ai moi-même obtenue par des considérations très différentes et publiée dans le Mémoire servant de préambule au Catalogue photographique de Paris.

» Le Mémoire de M. Trépied correspond à un véritable besoin scientifique et fait le plus grand honneur à l'observatoire d'Alger et à son Directeur actuel. »

PHYSIQUE. — *Sur la dispersion des rayons n et sur leur longueur d'onde.* Note de M. R. BLONDLOT.

« Je me suis servi pour étudier la dispersion et les longueurs d'onde des rayons *n* de méthodes toutes pareilles à celles que l'on emploie pour la lumière. Afin d'éviter des complications qui auraient pu résulter de l'emmagasinement des rayons *n*, je me suis servi exclusivement de prismes et de lentilles en aluminium, substance qui n'emmagasine pas ces rayons.

» Voici la méthode employée pour étudier la dispersion. Les rayons sont produits par une lampe Nernst renfermée dans une lanterne en tôle percée d'une fenêtre close par une feuille d'aluminium; les rayons émis par la lampe à travers cette fenêtre sont tamisés par une planche de sapin épaisse de 2^{cm}, une seconde feuille d'aluminium et deux feuilles de papier noir, afin d'éliminer toute radiation étrangère aux rayons *n*; devant ces écrans, et à la distance de 14^{cm} du filament de la lampe, est disposé un grand écran de carton mouillé, dans lequel a été pratiquée une fente de 5^{mm} de largeur sur $3^{cm},5$ de hauteur, exactement vis-à-vis le filament de la lampe : on a ainsi un faisceau bien défini de rayons *n*; ce faisceau est reçu sur un prisme d'aluminium dont l'angle réfringent est de $27°15'$ et dont l'une des faces est disposée normalement au faisceau incident.

» On peut alors constater que de l'autre face réfringente du prisme sortent plusieurs faisceaux de rayons *n* dispersés horizontalement : à cet effet, une fente de 1^{mm} de largeur et de 1^{cm} de hauteur, pratiquée dans une feuille de carton, est remplie de sulfure de calcium rendu phosphorescent; en déplaçant cette fente, on détermine sans difficulté la position des fais-

ceaux dispersés, et, connaissant leurs déviations, on en déduit leurs indices : c'est la méthode de Descartes. J'ai constaté ainsi l'existence de radiations n dont les indices sont respectivement 1,04; 1,19; 1,29; 1,36; 1,40; 1,48; 1,68; 1,85. Dans le but de mesurer avec plus d'exactitude les deux premiers indices, je me suis servi d'un autre prisme en aluminium, ayant un angle de 60° : j'ai retrouvé pour l'un des indices la même valeur 1,04, et pour l'autre 1,15 au lieu de 1,19.

» Afin de contrôler les résultats obtenus au moyen du prisme, j'ai déterminé les indices en produisant, au moyen d'une lentille d'aluminium, les images du filament de la lampe, et mesurant leur distance à la lentille. Cette lentille, plan convexe, a un rayon de courbure de $6^{cm},63$ et une ouverture de $6^{cm},8$. La fente de l'écran de carton mouillé est élargie de manière à former une ouverture circulaire de 6^{cm} de diamètre; la lentille est disposée à une distance connue, p centimètres, du filament incandescent, et l'on recherche, à l'aide du sulfure phosphorescent, la position des images conjuguées du filament. Le Tableau suivant donne les valeurs des indices trouvés, tant à l'aide des prismes qu'à l'aide de la lentille :

Prismes		Lentille.		
de 27°15′.	de 60°.	$p = 40$.	$p = 30$.	$p = 22$.
1,85	»	1,86	1,91	1,91
1,68	»	1,67	1,66	1,67
1,48	»	1,50	1,49	1,48
1,40	»	1,42	1,42	1,43
1,36	»	1,36	1,36	1,37
1,29	»	1,31	1,31	»
1,19	1,15	1,20	»	»
1,04	1,04	»	»	»

» Voici encore une vérification de ces résultats : Si l'on adopte pour le quatrième indice la valeur moyenne 1,42, on calcule que, pour un prisme en aluminium de 60°, l'incidence qui donne la déviation minimum est 45°19′ et que cette déviation est 30°38′; la déviation observée a été 31°10′. Avec la même incidence, la déviation calculée de la radiation, dont l'indice est 1,5, est 37°20′; la déviation observée a été 36°. Avec la même incidence, la déviation calculée de la radiation, dont l'indice est 1,67, est 57°42′; la déviation observée a été 56°30′.

» Je passe maintenant à la détermination des longueurs d'onde.

» A l'aide de la disposition décrite plus haut pour étudier la dispersion par le prisme de 27°15′, on obtient des faisceaux réfractés dont chacun est sensiblement homogène. En faisant tomber celui de ces faisceaux que l'on se propose d'étudier sur un second écran de carton mouillé percé d'une fente ayant $1^{mm},5$ de largeur, on isole une portion très étroite de ce faisceau.

» D'autre part, à l'alidade mobile d'un goniomètre, on a fixé une feuille d'aluminium de manière que son plan soit normal à cette alidade; dans cette feuille est pratiquée une fente large seulement de $\frac{1}{15}$ de millimètre et garnie de sulfure de calcium phosphorescent; le goniomètre est disposé de façon que son axe soit exactement au-dessous de la fente du second carton mouillé. En faisant tourner l'alidade, on repère exactement le trajet du faisceau, et l'on peut constater qu'il est bien unique et n'est accompagné d'aucun faisceau latéral, tel que pourrait en produire éventuellement la diffraction dans le cas de grandes longueurs d'onde.

» On place alors un réseau devant la fente du second carton mouillé (par exemple un réseau de Brunner au $\frac{1}{200}$ de millimètre); si maintenant on explore le faisceau sortant en faisant tourner l'alidade qui porte le sulfure phosphorescent, on constate l'existence d'un système de franges de diffraction, tout comme avec la lumière; seulement ces franges sont beaucoup plus serrées et sont sensiblement équidistantes : cela indique déjà que les rayons n ont des longueurs d'onde beaucoup plus courtes que celles des radiations lumineuses.

» L'écart angulaire des franges ou, ce qui revient au même, la rotation de l'alidade correspondant au passage de la fente phosphorescente d'une frange brillante à la suivante, étant un très petit angle, on le détermine par la méthode de réflexion, à l'aide d'une règle divisée et d'une lunette, un miroir plan étant collé à l'alidade. De plus, on mesure, non pas l'écart de deux franges consécutives, mais celui de deux franges symétriques d'un ordre élevé, par exemple, de la dixième frange à droite et de la dixième frange à gauche. De ces mesures d'angles et du nombre de traits du réseau par millimètre, on déduit les longueurs d'onde en appliquant la formule connue.

» Chaque longueur d'onde a été déterminée par trois séries de mesures effectuées avec trois réseaux ayant respectivement 200, 100 et 50 traits par millimètre.

» Le Tableau suivant contient les résultats de ces mesures :

	Longueurs d'onde.			
	Réseau employé.			Valeurs probables déduites des précédentes.
Indices.	au $\frac{1}{200}$ de millim.	au $\frac{1}{100}$ de millim.	au $\frac{1}{50}$ de millim.	
	μ	μ	μ	μ
1,04......	0,00813	0,00795	0,00839	0,00815
1,19......	0,0093	0,0102	0,0106	0,0099
1,4.......	0,0117	»	»	0,0117
1,68......	0,0146	»	»	0,0146
1,85......	0,0176	0,0171	0,0184	0,0176

» Désireux de contrôler ces déterminations par l'emploi d'une méthode toute différente, j'ai eu recours aux anneaux de Newton. Ces anneaux étant produits, en lumière jaune par exemple, si l'on passe d'un anneau sombre au suivant, la variation de retard optique dans la lame d'air est d'une longueur d'onde du jaune. Si, maintenant, avec le même appareil et avec la même incidence, on produit des anneaux au moyen des rayons *n*, et que l'on compte le nombre de ces anneaux compris dans l'intervalle de deux anneaux sombres en lumière jaune, on aura le nombre de fois qu'une longueur d'onde des rayons *n* est contenue dans la longueur d'onde du jaune. Cette méthode, appliquée aux rayons d'indice 1,04, a donné pour longueur d'onde $0^{\mu},0085$ au lieu de $0^{\mu},0081$ trouvé à l'aide des réseaux, et pour l'indice 1,85 la valeur $0^{\mu},017$ au lieu de $0^{\mu},0176$. Bien que la méthode des anneaux soit inférieure à celle des réseaux, à cause de l'incertitude qui règne sur la position exacte des anneaux sombres dans l'expérience optique en raison de la nécessité de rendre ces anneaux extrêmement larges, la concordance des nombres obtenus par les deux méthodes constitue un contrôle précieux.

» Dans le Tableau donné plus haut j'ai laissé subsister toutes les décimales qui se sont présentées dans le calcul des nombres déduits de l'observation. Bien que je ne puisse indiquer avec certitude le degré d'approximation des résultats, je crois cependant que les erreurs relatives n'atteignent pas 4 pour 100.

» Les longueurs d'onde des rayons *n* sont beaucoup plus petites que celles de la lumière, contrairement à ce que je m'étais figuré un instant, et contrairement aux déterminations que M. Sagnac avait cru pouvoir tirer de la situation des images multiples d'une source par une lentille de quartz, images qu'il attribuait à la diffraction. J'avais observé précédemment que,

tandis que le mica poli laisse passer les rayons *n*, le mica dépoli les arrête, et aussi que, tandis que le verre poli les réfléchit régulièrement, le verre dépoli les diffuse : ces faits indiquaient déjà que les rayons *n* ne pouvaient avoir de grandes longueurs d'onde. Quand on veut étudier la transparence d'un corps, il faut avoir soin que sa surface soit bien polie : c'est ainsi que j'avais d'abord classé le sel gemme parmi les substances opaques, parce que l'échantillon dont je me servais, ayant été scié dans un gros bloc, était resté dépoli : le sel gemme est en réalité transparent.

» Les radiations de longueur d'onde très courtes découvertes par M. Schuman sont fortement absorbées par l'air; les rayons *n* ne le sont pas : cela implique l'existence de bandes d'absorption entre le spectre ultraviolet et les rayons *n*. La longueur d'onde des rayons *n* augmente avec leur indice, contrairement à ce qui a lieu pour les radiations lnmineuses.

» Si l'augmentation de l'éclat d'une petite source lumineuse par l'action des rayons *n* doit être attribuée à une transformation de ces radiations en radiations lumineuses, cette transformation est conforme à la loi de Stokes. »

CHIMIE MINÉRALE. — *Sur les peroxydes de zinc.* Note de M. DE FORCRAND.

« M. Kuriloff a publié récemment ([1]) une réclamation relative à ce sujet, à la suite de mes recherches de 1902.

» Je ne connaissais en effet son travail antérieur que par son Mémoire publié aux *Annales de Chimie et de Physique* (6e série, t. XXIII, 1891, p. 429) et j'ignorais les indications plus détaillées qu'il a données dans le *Journal de la Société physico-chimique russe* en 1890 (et non pas en 1900), sans quoi je les aurais citées dans mes Notes aux *Comptes rendus* et surtout dans mon Mémoire détaillé publié aux *Annales de Chimie et de Physique* (7e série, t. XXVII, 1902, p. 26 à 66), que M. Kuriloff paraît ignorer aussi.

» Il est bien exact que cet auteur signale dans la première partie de son travail publié en langue russe que l'action de l'eau oxygénée sur l'hydrate d'oxyde de zinc, par sa méthode des évaporations successives à 100°, donnerait des produits tels que $ZnO^{1,42}$, $ZnO^{1,74}$, $ZnO^{1,76}$, $ZnO^{1,70}$, et qu'il ajoute que ces formules se rapprochent de plus en plus (sauf la dernière sans doute), de ZnO^2.

([1]) *Comptes rendus*, t. CXXXVII, 1903, p. 618.

» Il me semble pourtant que l'on aurait pu conclure aussi bien que l'on tend vers une limite voisine de $ZnO^{1,75}$ ou Zn^4O^7 que l'on ne peut dépasser et qui est précisément celle que j'ai obtenue à froid dans une première série d'expériences.

» En outre, ces premiers résultats ont été trouvés par une méthode d'analyse due à M. R. Haass (que l'auteur critique), et en fait, il n'a tenu aucun compte de ces produits.

» Leur composition est d'ailleurs encore bien éloignée de la formule $ZnO^{1,98}$ que j'ai obtenue finalement.

» Les seuls résultats auxquels M. Kuriloff s'attache dans ses deux Mémoires sont ceux qu'il obtient par l'analyse d'une substance solide (mais non desséchée jusqu'à poids constant) et qui lui donne : $ZnO^{1,45} + 0,64\,H^2O$, formule que l'auteur traduit par $ZnO^{1,5} + 0,5\,H^2O$, mais qui pourrait mieux se représenter par $Zn^7O^{10} + 4,5\,H^2O$ ou peut-être Zn^4O^7, $4\,H^2O + 3\,ZnO$.

» J'ajoute enfin que la présence inévitable (en raison de la méthode employée) de 1 à 2 pour 100 d'anhydride carbonique nécessite des corrections incertaines et que c'est arbitrairement que M. Kuriloff admet qu'il est à l'état de carbonate $ZnCO^3$; il pourrait former des carbonates plus ou moins basiques et plus ou moins hydratés.

» Je crois donc que personne ne verra dans ces expériences la preuve ou l'existence d'un composé défini $ZnO^{1,5} + 0,5\,H^2O$ ou $Zn(OH)^2ZnO^2$.

» Il serait plus imprudent encore d'y chercher la démonstration de la non-existence des composés que j'ai décrits.

» Je les ai obtenus par une méthode bien différente : action à froid (et non à 100°) de l'eau oxygénée plus concentrée et surtout à l'abri de l'air, et par un contact et une agitation prolongés, toutes circonstances qui me paraissent plus favorables.

» J'ai eu ainsi un premier composé $ZnO^{1,75} + H^2O$ ou $Zn^4O^7 + 4\,H^2O$ qui correspond à une première limite. Puis un composé $ZnO^{1,98} + 2$ ou $2,5\,H^2O$, très instable, dont le degré d'oxydation est vraiment bien voisin de ZnO^2. Enfin, par l'action de la chaleur sur les précédents, j'ai isolé $ZnO^{1,66} + H^2O$ ou $Zn^3O^5 + 3\,H^2O$ et $ZnO^{1,66} + 0,66\,H^2O$ ou $Zn^3O^5 + 2\,H^2O$, dont la décomposition brusque à $+190°$ et $+210°$ donne immédiatement et sans intermédiaire un protoxyde presque anhydre.

» Il est difficile de demander d'autres preuves de l'individualité chimique de ces corps, alors qu'ils ne sont ni solubles, ni volatils, ni cristallisables et qu'en raison de leur hydratation *nécessaire* leur dissociation ne peut être étendue.

» J'ai, de plus, complété ces résultats par des déterminations thermochimiques qui prouvent tout au moins qu'il existe plusieurs peroxydes, et par certains rapprochements entre ces corps et les protoxydes polyzinciques hydratés.

» En résumé, je crois que si, après ces expériences, on peut avoir encore des doutes sur la question de savoir si les composés que j'ai étudiés sont des peroxydes hydratés ou bien des combinaisons de protoxyde et d'eau oxygénée (hypothèse que je considère comme plus probable); il est impossible du moins de conserver des illusions sur l'existence de corps définis tels que $ZnO^{1,45} + 0,64H^2O$ (M. Kuriloff) ou $ZnO^{1,58}$ (M. R. Haass).

» L'adoption des conclusions de la Note de M. Kuriloff, du 19 octobre 1903, nous ferait revenir en arrière de près de 100 ans, attendu que, déjà en 1818, Thénard avait obtenu des peroxydes dégageant toujours un peu plus de la moitié de l'oxygène contenu dans le protoxyde, c'est-à-dire plus oxydés que $ZnO^{1,45}$ ou $ZnO^{1,50}$. »

M. **Armand Gautier**, en présentant un Ouvrage qu'il vient de publier sous le titre de : *L'alimentation et les régimes*, s'exprime ainsi :

« Le Livre que j'ai l'honneur d'offrir à l'Académie a pour objet l'étude de l'alimentation chez l'homme sain et chez les malades.

» Je l'ai divisé en trois Parties : *Les principes. — Les aliments. — Les régimes*, à l'état de santé ou de maladie.

» Les principes du rationnement alimentaire normal, l'isodynamie des aliments et des régimes, leur coefficient d'utilisation, leur assimilabilité, leur rendement en chaleur et travail, etc., sont traités dans la première Partie. Je signalerai dans la deuxième, consacrée à l'étude des aliments en particulier et à leurs transformations et applications, les chapitres relatifs aux effets alimentaires encore si contestées du bouillon et de l'alcool, aux aliments excitateurs ou nervins, aux aliments salins, aux eaux potables, etc. Dans la troisième Partie, après avoir exposé l'influence des régimes sur les individus et les races, j'étudie surtout l'alimentation chez les malades.

» A mesure que j'ai plus approfondi ce sujet, je suis resté plus convaincu que les troubles de santé que l'on est convenu d'attribuer vaguement à des constitutions vicieuses, à des tempéraments délicats, à des diathèses morbides, tiennent le plus souvent à des modes défectueux de se nourrir, individuels ou héréditaires. L'action continue de ces habitudes alimentaires

anormales, en laissant tous les jours dans l'organisme un nouveau déficit ou en lui apportant un excès fâcheux de graisses, de sang, de lymphe, de produits mal désassimilés, de sels minéraux insolubles, etc., modifie petit à petit les plasmas et les organes qu'ils nourrissent, et devient ainsi une cause lente, mais continue, de déchéance, de sénilité précoce et de maladie.

» Au point de vue de la conservation de la santé individuelle ou générale, comme au point de vue social lui-même, les problèmes que soulève l'étude de l'alimentation ont une portée et une importance majeures. Après les avoir exposés dans mes Cours publics, il m'a semblé utile de les traiter dans cet Ouvrage. »

MÉMOIRES PRÉSENTÉS.

MM. **J. Weirich** et **G. Ortlieb** soumettent au jugement de l'Académie un Mémoire « Sur la présence de la lécithine dans les pépins de raisins et dans les vins ».

(Renvoi à l'examen de M. Müntz.)

M. **Conrad de Liebhaber** soumet au jugement de l'Académie un Mémoire ayant pour titre : « Guérison et prévention de la phtisie pulmonaire par l'atmothérapie ».

(Renvoi à l'examen de M. Brouardel.)

CORRESPONDANCE.

M. le **Secrétaire perpétuel** signale, parmi les pièces imprimées de la Correspondance :

1° Un Ouvrage de M. *Marcel Brillouin* ayant pour titre : « Propagation de l'électricité. Histoire et théorie ». (Présenté par M. Maurice Levy.)

2° Un « Traité des variations des os du crâne de l'homme et de leur signification au point de vue de l'Anthropologie zoologique », par M. *A.-F. Le Double*. (Présenté par M. Edm. Perrier et renvoyé au concours du prix Montyon.)

M. le **Ministre de l'Instruction publique** transmet un exemplaire du

texte de la loi qui établit, pour le royaume de Belgique, un seul système de mesures électriques ayant pour base l'emploi de l'ohm, de l'ampère et du volt.

Les **Académies de Göttingue, Leipzig, Munich et Vienne** envoient, en vue de la prochaine réunion de l'Association internationale des Académies, un plan d'expériences relatives à l'électricité atmosphérique.

(Renvoi à la Section de Physique.)

GÉOMÉTRIE. — *Sur une propriété caractéristique des familles de Lamé.* Note de M. **Alphonse Demoulin.**

« Une série simplement infinie de surfaces étant donnée, soit (S) celle de ces surfaces qui passe par un point M, pris arbitrairement dans l'espace et $Mxyz$ ou T le trièdre trirectangle dont les arêtes Mx, My sont tangentes aux lignes de courbure de (S) qui se croisent en M. Désignons en outre par d la droite joignant les centres de courbure géodésique de ces lignes de courbure en ce point.

» Le trièdre T dépend de trois paramètres; dans notre Note du 22 juin 1903, nous avons démontré que, *si la famille considérée peut faire partie d'un système triplement orthogonal, la droite d appartient aux complexes linéaires relatifs aux divers déplacements de ce trièdre.* La réciproque de ce théorème est exacte; elle résulte immédiatement du théorème suivant qu'il conviendra d'ailleurs de lui préférer dans les applications :

» *Pour démontrer qu'une série simplement infinie de surfaces constitue une famille de Lamé, il suffit d'établir que, parmi les déplacements infiniment petits du trièdre* $Mxyz$ *défini plus haut et pris dans une quelconque de ses positions, il en existe un jouissant de cette propriété que le complexe linéaire correspondant renferme la droite d relative à ce trièdre. Toutefois, ce déplacement doit être tel que la vitesse correspondante du point* M *ne soit pas dirigée suivant une droite du plan* xMy.

» Pour démontrer ce théorème, attachons au trièdre T la quadrique (Q) définie dans la Note citée. Cette quadrique porte deux demi-quadriques (Q_1) et (Q_2); (Q_1) est le lieu des droites communes aux complexes linéaires relatifs aux déplacements infiniment petits de T; (Q_2) est le lieu des axes

de ceux de ces déplacements qui se réduisent à une rotation. Cela rappelé, soient a et b les axes de courbure des lignes de courbure de (S) qui se croisent en M. Parmi les déplacements infiniment petits du trièdre $Mxyz$, se trouvent deux rotations autour de a et de b; la droite d rencontrant les droites appartient aux complexes linéaires relatifs à ces deux déplacements. En outre, d appartient au complexe linéaire relatif à un troisième déplacement infiniment petit du trièdre $Mxyz$, et, en vertu de l'hypothèse faite sur ce déplacement, les trois complexes linéaires considérés sont linéairement indépendants. Concluons de là que la droite d appartient à la demi-quadrique (Q_1). La quadrique (Q), ayant la droite d en commun avec le plan xMy, coupera le même plan suivant une droite c, laquelle appartiendra nécessairement à la demi-quadrique (Q_2) et sera dès lors un axe de rotation du trièdre $Mxyz$. Il en résulte que, si M décrit une trajectoire orthogonale des surfaces de la famille, le mouvement élémentaire du trièdre $Mxyz$ sera, à chaque instant, une rotation. Soient A et B les points d'intersection de la droite c avec les axes Mx et My. Les vitesses absolues de ces points sont respectivement dirigées suivant Mx et My; en d'autres termes, les droites Mx et My engendrent des développables. Or c'est là, d'après M. Maurice Lévy, une condition suffisante pour que les surfaces (S) constituent une famille de Lamé. Notre théorème est donc complètement démontré. »

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Un théorème sur les systèmes complètement intégrables d'équations aux différentielles totales d'ordre supérieur.* Note de M. **Ernst Pascal**, présentée par M. Émile Picard.

« Dans plusieurs Notes (*Rend. Acc. Lincei*, 1903) j'ai établi une théorie des formes différentielles d'ordre supérieur $X^{(r)}$. Maintenant je me permets quelques autres remarques sur la même théorie.

» On sait que pour les systèmes complètement intégrables d'équations pfaffiennes on a la remarquable propriété que ces équations admettent les transformations infinitésimales du système adjoint, et que, réciproquement, si cette propriété existe, le système est complètement intégrable.

» Or il me semble important d'observer que la première partie de ce théorème peut être étendue aux équations d'ordre r.

» Soit donné un système d'équations aux différentielles totales d'ordre r,

avec les variables $x_1, x_2, \ldots, x_n$,

$$(1) \qquad X^{(r)}_{(1)} = 0, \qquad X^{(r)}_{(2)} = 0, \qquad \ldots, \qquad X^{(r)}_{(m)} = 0,$$

linéairement indépendantes.

» Pour étendre l'idée de la complète intégrabilité, on rencontre ici tout d'abord une considération qui ne se présente pas pour $r=1$.

» Pour $r=1$ on peut dire : le système (1) est complètement intégrable s'il existe m fonctions indépendantes $\varphi_1, \ldots, \varphi_m$ de $x_1, x_2, \ldots, x_n$ telles que

$$(2) \qquad \sum_{t=1}^{m} \mu_{ts} X^{(1)}_{(t)} = d\varphi_s \qquad (s = 1, 2, \ldots, m).$$

En indiquant avec $X_{(t)1}, X_{(t)2}, \ldots, X_{(t)n}$ les coefficients de $X_{(t)}$, on déduit de (2) que

$$(3) \qquad |\mu_{ts}|.\|X_{(t)h}\| = \left\|\frac{\partial\varphi_s}{\partial x_h}\right\| \qquad \begin{pmatrix} s = 1, 2, \ldots, m \\ h = 1, 2, \ldots, n \end{pmatrix}$$

et, par là, les φ_s étant indépendantes, le déterminant des μ, $|\mu_{ts}|$ ne peut être nul. On peut donc substituer aux formules (2) les suivantes :

$$(4) \qquad X^{(1)}_{(t)} = \sum_{s=1}^{m} \lambda_{st}\, d\varphi_s \qquad (t = 1, 2, \ldots, m),$$

et alors l'indépendance des φ_s résulte directement de l'indépendance linéaire des $X_{(t)}$, car on tire de (4)

$$(5) \qquad \|X_{(t)h}\| = |\lambda_{st}|.\left\|\frac{\partial\varphi_s}{\partial x_h}\right\|.$$

» Pour $r=1$ les deux définitions, c'est-à-dire celle des formules (2) (avec la condition que les φ_s sont indépendantes) et celle des formules (4), coïncident, mais il en est autrement pour $r>1$. Dans ce cas, si nous posons

$$(6) \qquad \sum_{t=1}^{m} \mu_{ts} X_{(t)} = d^r \varphi_s,$$

avec la condition des φ_s indépendantes, les relations (3) ayant encore lieu (où l'on entend par $X_{(t)h}$ les coefficients des $d^r x_h$ en $X^{(r)}_{(t)}$), on en déduit :

$$(7) \qquad X_{(t)} = \sum_{s=1}^{m} \lambda_{st}\, d^r \varphi_s;$$

mais alors on ne déduit plus des relations (7) que les φ_s sont indépendantes, car de l'indépendance linéaire des $X_{(t)}$ on ne déduit pas que la matrice des *seuls premiers coefficients* $\| X_{(t)h} \|$ soit différente de zéro. De l'indépendance linéaire des $X_{(t)}$ on déduit que le déterminant $|\lambda_{st}|$ ne peut pas être nul.

» Si donc nous disons que le système (1) est complètement intégrable quand sont satisfaites les relations (7), nous donnons une définition plus étendue qui comprend, en particulier, le cas où les φ_s sont fonctions indépendantes.

» En formant les

$$\Xi f = \sum_{k=1}^{n} \xi_k \frac{\partial f}{\partial x_k}$$

avec les conditions

$$(8) \qquad \Lambda_{(t)} \equiv \sum_{k=1}^{n} \xi_k X_{(t)k} = 0 \qquad (t = 1, 2, \ldots, m),$$

on a *les transformations infinitésimales du système adjoint au système* (1), et nous dirons en outre que *le système* (1) *admet une transformation infinitésimale* Ξ, alors que $\Xi X_{(t)}$ est une combinaison linéaire des $X_{(t)}$.

» Or je dis que *si le système* (1) *est complètement intégrable, il admet toutes les transformations infinitésimales du système adjoint*.

» En effet, de (8), en substituant à $X_{(t)k}$ sa valeur donnée de (7), on a

$$\sum_{t=1}^{m} \lambda_{st} \Xi \varphi_t = 0,$$

et le déterminant des λ_{st} n'étant pas nul, on a $\Xi \varphi_t = 0$. Mais

$$\Xi X_{(t)}^{(r)} = \sum_{t=1}^{m} d^r \varphi_t . \Xi \lambda_{st} + \sum_{t=1}^{m} \lambda_{st} \Xi d^r \varphi_t,$$

d'où, ayant

$$\Xi d^r \varphi_t = d^r \Xi \varphi_t = 0,$$

on déduit le théorème, en substituant aux $d^r \varphi_t$ leurs expressions au moyen des $X_{(t)}$ données par les relations (7). »

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur le genre de la dérivée d'une fonction entière et sur le cas d'exception de M.* Picard. Note de M. A. **Wiman**.

« Laguerre, qui a introduit la notion de genre d'une fonction entière, a, dans des cas particuliers, prouvé que le genre de la dérivée est égal à celui de la fonction [1]. On a généralement admis que cette propriété subsiste dans tous les cas, bien que personne n'ait réussi à en trouver la démonstration. Or, nous avons prouvé qu'il n'en est pas ainsi. Au contraire, *il existe des fonctions* $F(z)+c$ *de genre* p *dont la dérivée* $F'(z)$ *est de genre* $p-1$. *Dans ces cas exceptionnels il n'y a qu'une valeur* c *telle que le genre de* $F(z)+c$ *se réduit à* $p-1$. Par exemple, la fonction

$$F(z)+c=\prod_{2}^{\infty}\left(1+\frac{z}{n(\log n)^{\alpha}}\right)+c \qquad (c\neq 0,\ 1<\alpha\leqq 2)$$

est bien de genre un, la dérivée, d'après une proposition, connue de Laguerre, étant de genre zéro.

» C'est là un fait qui peut être regardé comme corollaire d'un théorème que nous allons énoncer sur les fonctions entières telles que $M(r)$ désignant le maximum du module de la fonction, le genre n'est pas déterminé par le mode de croissance de $M(r)$. Que de telles fonctions peuvent, en réalité, se présenter a été établi, comme l'on sait, par MM. Boutroux et Lindelöf, et ces auteurs ont utilisé ce résultat pour constater que la somme de deux fonctions de genre $p-1$ peut bien être une fonction de genre p [2]. Or, nous avons trouvé que l'on peut compléter ces résultats par le théorème suivant :

» *Soit* $F(z)$ *une fonction entière de genre* $p-1$ *et d'ordre apparent* p, *et désignons par* $f(z)$ *une fonction quelconque d'ordre apparent inférieur à* p. *Supposons en outre qu'il ne suffit pas pour déterminer le genre de la fonction* $F(z)$ *de connaître le mode de croissance de son module maximum. Le genre de la fonction* $F(z)+f(z)$ *est alors dans tous les cas égal à* p.

---

(1) *Voir* l'exposition des idées de Laguerre par M. Borel dans son livre, *Leçons sur les fonctions entières*, Paris, 1900.

(2) Voir, outre des Notes insérées dans les *Comptes rendus* (1901-1902), Lindelöf, *Mémoire sur la théorie des fonctions entières d'ordre fini* (*Act. Soc. Sc. Fenn.*, 1902), et la thèse de M. Boutroux qui va paraître dans les *Acta mathematica*.

» Ainsi, F (z) étant la fonction dans l'exemple que nous venons de donner, et $f(z)$ étant d'ordre inférieur à un, le genre de $F(z)+f(z)$ est égal à un, bien que la fonction $F(z)$ soit elle-même de genre zéro,

» La fonction $F(z)$ satisfaisant aux conditions énoncées, nous pouvons caractériser $F(z)$ qui peut être un produit canonique comme un *cas d'exception de* M. Picard, en poussant la généralisation de cette notion, due à M. Borel, encore plus loin. En effet, comme les modules des zéros de la fonction $F(z)$ croissent plus vite que ceux de toute fonction $F(z)+f(z)$, on peut dire que la propriété caractéristique du cas d'exception subsiste. D'ailleurs on comprend aisément que la possibilité d'une telle précision de la notion de fonction exceptionnelle existe généralement dans le cas d'ordre entier et ne dépend pas du mode de croissance du module maximum.

» On connaît la propriété de la fonction e^{z^r}, fonction exceptionnelle par préférence, que le module maximum et l'inverse du module minimum sont du même ordre de grandeur. De plus, l'on peut diviser le plan de la variable complexe par $2p$ droites, issues de l'origine, dans $2p$ parties égales telles que les modules dans deux parties voisines sont d'ordre de grandeur inverse. Mais, si l'on exclut du plan de la variable complexe les environs des zéros, *ces propriétés*, avec des modifications convenables, *subsistent généralement dans le cas d'exception*. En effet, on peut démontrer que, dans les cas d'ordre entier où les inégalités qui sont établies par MM. Boutroux et Lindelöf entre l'ordre de grandeur du module maximum et la distribution des zéros dans le cas d'ordre non entier ne sont plus vérifiées, le facteur duquel dépend essentiellement l'ordre de grandeur est de la forme $e^{z^r\sum\frac{1}{a_n^r}}$, la sommation sur des zéros a_n étant convenablement choisie.

» Inversement, on peut faire la démonstration que *de telles propriétés ne peuvent appartenir qu'à un cas d'exception*. Les fonctions $F(z)$ et $F(z)+f(z)$ se comportent, il est vrai, de la même manière dans les parties du plan où l'ordre de grandeur de $F(z)$ est positif. Mais, si l'on fait usage du théorème de M. Hadamard [1] (auquel on peut d'ailleurs donner beaucoup plus de précision) sur le module minimum d'une fonction entière $f(z)$, on peut démontrer que dans les parties du plan où l'ordre de grandeur de $F(z)$ est négatif, la fonction $F(z)+f(z)$ se comporte, en général, comme $f(z)$, l'ordre de cette fonction étant inférieur à p.

---

(1) Voir le Livre cité de M. Borel, p. 76.

Soit $F(z) = Re^{i\Phi}$, on sait que le nombre des zéros dans un cercle de rayon r est égal à l'intégrale de *Cauchy*

$$\frac{1}{2\pi}\int d\Phi = \frac{r}{2\pi}\int \frac{\partial}{\partial r}\log R\, d\varphi.$$

» Si l'on discute cette intégrale dans un cas régulier, on trouve facilement que sa valeur dépend du signe et de la valeur absolue de $\log R$ dans les diverses parties du contour de l'intégration. *Il est donc bien naturel que, dans le cas d'une dispersion des zéros exceptionnelle, la valeur maximum et l'inverse de la valeur minimum de* R *sont toujours du même ordre de grandeur.*

» On peut même dire qu'il y a, dans un certain sens, *des fonctions exceptionnelles d'ordre non entier.* Nous nous contenterons ici d'en donner un exemple. Soit

$$F(z) = \prod_{1}^{\infty}\left(1 + \frac{z}{n^{\frac{1}{\rho}}}\right) \qquad (\rho < 1),$$

et désignons par $f(z)$ une fonction quelconque dont l'ordre est inférieur à ρ. Il s'agit de la limite vers laquelle tend le rapport des nombres des zéros des deux fonctions $F(z)$ et $F(z) + f(z)$ dans un cercle de rayon r pour $r = \infty$. En effet, *pour* $\rho > \frac{1}{2}$ *cette limite tend vers* $\sin\pi\rho$, *mais vers l'unité pour* $\rho < \frac{1}{2}$. Cette différence tient à ce que, les voisinages des zéros étant exclus, le module maximum et le module minimum de $F(z)$ sont du même ordre de grandeur dans le dernier cas, mais d'ordre de grandeur inverse dans le premier cas.

» Signalons en terminant la fonction bien connue $\frac{1}{\Gamma(z)}$ comme fonction exceptionnelle. »

ÉLECTRICITÉ. — *Action du bromure de radium sur la résistance électrique du bismuth.* Note de M. **R. Paillot**, présentée par M. G. Lippmann.

« J'ai soumis une spirale de bismuth, comprise entre deux lames minces de mica (spirale de Lenard), à l'action des radiations émises par $0^{g},03$ de bromure de radium (activité 500000) placés à l'intérieur d'un tube de verre à parois minces.

» La résistance électrique du bismuth était mesurée par la méthode employée par

MM. Mascart et Benoît pour la reproduction des étalons de l'ohm. Le fil du pont, en manganine, soigneusement calibré, avait une résistance de 84×10^{-6} ohms par millimètre; un vernier au vingtième permettait d'évaluer une variation de résistance de l'ordre de $4,2 \times 10^{-6}$ ohms.

» Les forces électromotrices parasites étaient éliminées en intervertissant, dans chaque mesure, le sens du courant. La sensibilité du galvanomètre permettait de n'employer qu'un courant très faible pendant un temps très court.

» Le plan de la spirale de bismuth était placé verticalement et le tube à bromure de radium pouvait en être approché jusqu'à une distance de $0^{mm},5$.

» J'ai constaté que *les radiations émises par le bromure de radium diminuent la résistance électrique du bismuth.*

» Les expériences, répétées un grand nombre de fois et à plusieurs jours d'intervalle, m'ont donné, comme moyenne de la diminution de résistance, pour une distance de $0^{mm},5$,

$$\delta R = -52 \times 10^{-4} \text{ ohms.}$$

» La valeur initiale de la résistance de la spirale de bismuth était

$$R = 15.1034 \times 10^{-4} \text{ ohms à } 18^{\circ}.$$

» L'action du bromure de radium est sensiblement instantanée. Elle ne varie pas lorsqu'on maintient le tube pendant longtemps au voisinage du bismuth. Elle diminue rapidement lorsqu'on augmente la distance et s'annule pour une distance de 1^{cm}. Lorsqu'on éloigne le tube, le bismuth reprend presque instantanément sa résistance primitive.

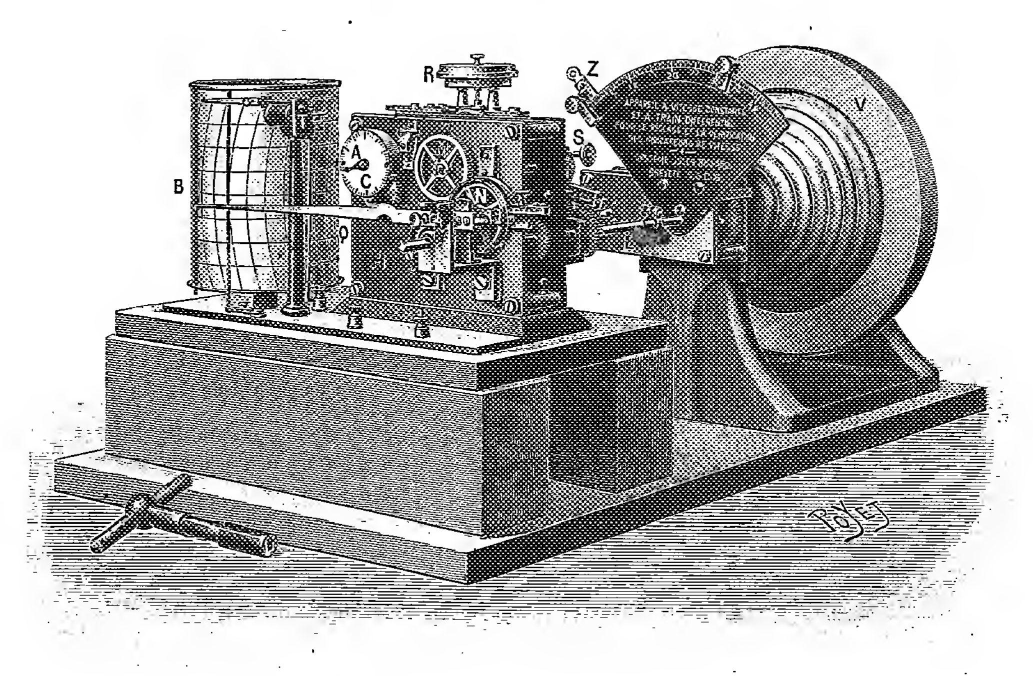
» Le dispositif que j'ai employé constitue en réalité un bolomètre d'une grande sensibilité. Je me suis assuré, par de nombreuses expériences comparatives, que la variation de résistance du bismuth n'était pas due à l'approche d'un tube plus froid que la spirale. L'interposition d'une feuille de papier noir ou d'une mince lame d'aluminium diminue l'action du bromure de radium, sans la faire disparaître. »

PHYSIQUE. — *Sur un cinémomètre différentiel enregistreur* (1). Note de M. J. **Richard**, présentée par M. d'Arsonval.

« Pour déterminer le coefficient d'irrégularité dans un tour de manivelle, il est indispensable de disposer d'un organe commandé par un mou-

(1) Cet appareil a été combiné pour répondre au vœu formulé par la Société des Électriciens, le 6 mai 1901.

vement animé d'une vitesse uniforme, entraînant également une aiguille qui se déplace sur un cadran divisé en secondes et fractions de seconde et dont la vitesse puisse être contrôlée au moyen d'un chronomètre. On aura ainsi la manivelle idéale par excellence, puisque avec un bon chronomètre on pourra toujours contrôler l'exactitude de l'appareil. On verra plus loin comment on obtient la vitesse de la manivelle idéale pour l'équilibrer avec toutes les vitesses des manivelles réelles et en déterminer l'écart en n'enregistrant que les différences de vitesse ou décalages, c'est-à-dire l'angle en degrés de cercle pour la facilité de la lecture, ou en 250e de tour, et en partant d'une vitesse nulle, quelle que soit la vitesse vraie de la machine.



» Un mouvement d'horlogerie, rendu uniforme par un régulateur isochrone, communique son mouvement à un ensemble de deux plateaux de friction. Un galet, dont la position par rapport à l'axe de ces deux plateaux est réglable, au moyen d'un bouton moletté agissant sur un chariot, sert à communiquer un mouvement plus ou moins rapide à l'une des roues d'un train différentiel dont l'autre roue tourne, entraînée par l'arbre à étudier.

» En réglant la position du galet à friction, il est possible de faire en sorte que la première roue tourne à la même vitesse que la seconde, l'équi-

page des deux roues du train restant alors parfaitement immobile. Cette position du galet, à laquelle correspond une seule vitesse des roues donne, lue sur un limbe gradué, la vitesse vraie de l'arbre.

» Si, alors, l'arbre considéré tournait constamment avec la même vitesse, l'équipage du différentiel resterait immobile et une aiguille, munie d'une plume, solidaire de cet équipage, tracerait une ligne droite sur un tambour tournant sur son axe vertical. Mais, comme il a été dit plus haut, la vitesse de l'arbre subit, pendant un tour entier, des variations; il en résulte que quand elle devient inférieure à la vitesse moyenne, l'équipage se meut dans un sens et que, quand elle devient supérieure, l'équipage se meut dans l'autre sens. Le déplacement du train différentiel est enregistré par l'aiguille et amplifié de façon que l'on soit capable d'apprécier un décalage égal à une petite fraction d'un tour entier de l'arbre.

» Il est facile de se rendre compte de la sensibilité de cet appareil en considérant que la hauteur maxima du diagramme (150^{mm}) correspond à une variation angulaire de $65^o,2$. La totalité de la circonférence est représentée par une course de l'aiguille enregistrante de 83^{cm} environ; si l'on considère que sur le papier une course angulaire représentée par un demi-millimètre est très visible, puisqu'elle est écrite, et facile à voir amplifiée, $\frac{1}{250}$ sera représenté par $3^{mm},32$.

» L'aiguille de l'enregistreur est de 265^{mm} de long, elle fera pour un tour complet 360° du cercle : 265×2 soit 530^{mm} de diamètre $\times 3,14 = 1664,20^{mm}$ pour un tour d'aiguille, mais comme l'aiguille est montée sur l'axe du différentiel, celui-ci ne fait qu'un demi-tour pour un tour de machine, soit $\frac{1664,20}{2} = 832^{mm}$ par tour de machine, celle-ci faisant 125 tours par minute soit $\frac{832 \times 125}{60} = 1733^{mm}$ par seconde; $\frac{1}{250}$ de tour sera représenté par $\frac{832}{250} = 3,32$.

» Le millième de seconde est représenté par une course angulaire de l'aiguille de $1^{mm},73$ par inscription; sur noir de fumée, il serait possible d'évaluer le $\frac{1}{1000}$ de seconde. »

ÉLECTROCHIMIE. — *Influence de la nature physique de l'anode sur la constitution du peroxyde de plomb électrolytique. Application à l'analyse.* Note de M. A. **Hollard**, présentée par M. Arm. Gautier.

« Nous avons démontré (*Comptes rendus*, t. CXXXVI, 1903, p. 229) que le peroxyde de plomb qui se dépose sur une anode de platine *platiné*

dans une solution saline de plomb traversée par un courant est toujours accompagné d'une notable quantité de superoxydes; en effet le *facteur analytique* par lequel il faut multiplier le poids de peroxyde déposé, pour avoir le poids de plomb correspondant, est inférieur au rapport $\frac{Pb}{PbO^2} = 0,866$ des poids moléculaires du plomb et de son bioxyde. Ce facteur analytique varie [suivant une courbe parfaitement régulière (voir *Bulletin de la Société chimique*, 1903, t. XXIX, p. 151)] avec la concentration du bain en plomb. Les valeurs extrêmes que nous avons calculées sont 0,740 et 0,861 correspondant à $0^g,01$ et 10^g de plomb pour 300^{cm^3} de bain.

» Nous avons repris ces expériences avec les mêmes bains et la même densité de courant, mais en substituant à l'anode de platine *platiné* une anode en platine simplement *dépoli* par un jet de sable. Le facteur analytique prend alors une valeur constante et égale à 0,853, *quelle que soit la concentraiion du bain en plomb*. Ce nombre étant inférieur à 0,866 indique encore la présence des superoxydes accompagnant PbO^2.

» Ainsi avec une anode en platine *platiné* les phénomènes de suroxydation sont très fortement accusés pour de petites concentrations de plomb et peu prononcés pour les grandes concentrations. Avec une anode en platine *dépoli*, au contraire, les phénomènes de suroxydation restent constants quelle que soit la concentration. Aussi bien, les dépôts se comportent différemment : avec le platine *platiné* les dépôts restent très compacts, quelle que soit la quantité de plomb; avec le platine *dépoli* on ne peut guère déposer plus de 1^g de plomb à l'état de peroxyde.

» Cette dernière quantité de plomb est d'ailleurs généralement suffisante en analyse; aussi nous recommandons l'emploi du platine *dépoli* pour l'analyse, plutôt que l'emploi du platine *platiné* qui exige l'usage d'uue courbe pour le choix du facteur analytique. On ne peut pas se servir de platine poli sur lequel le peroxyde de plomb ne tient pas.

» Les Tableaux suivants résument les expériences qui nous ont donné le facteur 0,853 avec le platine dépoli. Notre électrode en toile de platine sert ici d'anode.

» Les conditions d'expérience du Tableau I sont identiquement les mêmes que celles indiquées (*Comptes rendus*, t. CXXXVI, 1903, p. 229) : le plomb est à l'état de nitrate dissous dans un excès d'acide nitrique.

» Les expériences du Tableau II ont eu pour objet de mesurer le facteur analytique lorsque le plomb se trouve à l'état de sulfate. A cet effet, le sulfate de plomb est dissous dans du nitrate d'ammoniaque et l'acide nitrique, ou, plus exactement, dans le mélange suivant : 40^{cm^3} d'ammoniaque ($d = 0,924$) et 67^{cm^3} d'acide nitrique ($d = 1,33$). Comme pour le Tableau I, le bain contient 10^g de cuivre à l'état de nitrate.

I. *Solution de sulfate de plomb.*

Plomb pesé.	Facteur $\frac{Pb}{PbO^x}$.	Plomb pesé.	Facteur $\frac{Pb}{PbO^x}$.
1,0004	0,8555	0,0698	0,8477
0,5001	0,8533	0,0500	0,8532
0,2006	0,8543	0,0301	0,8551
0,1006	0,8532	0,0103	0,8483

» La moyenne de ces résultats est 0,853.

II. *Solution de nitrate de plomb.*

Plomb pesé.	Facteur $\frac{Pb}{PbO^x}$.	
0,1002	0,8579	Moyenne : 0,853
0,2999	0,8549	
0,5001	0,8507	
0,9996	0,8485	

CHIMIE PHYSIQUE. — *Nature chimique des solutions colloïdales.* Note de M. **Jacques Duclaux**, présentée par M. Duclaux.

« Les substances colloïdales sont généralement considérées comme définies au point de vue chimique, et c'est surtout par des hypothèses d'ordre physique que l'on a cherché à expliquer leurs propriétés. On sait cependant que la plupart d'entre elles ne présentent pas une composition simple, et que celle-ci même est souvent différente d'un échantillon à l'autre. Un grand nombre, telles que les albumines, la gélatine, ne sont pas susceptibles d'une définition chimique précise.

» Il n'en est pas de même des colloïdes que l'on peut préparer par voie de double décomposition en partant de substances pures, comme les hydrates métalliques, les sulfures, et les cyanures complexes analogues aux ferrocyanures. Les phénomènes se simplifient alors et permettent de répartir les différents colloïdes entre deux classes. J'étudierai ici la première, qui renferme ce que j'appellerai les *colloïdes simples* : par exemple, le ferrocyanure de cuivre et l'oxyde ferrique.

» Lorsque l'on mélange des solutions étendues de ferrocyanure de potassium et d'un sel cuivrique, chlorure ou azotate, il se forme un ferro-

cyanure complexe qui, suivant les proportions des réactifs, reste en suspension ou se coagule. Dans les deux cas, il contient du potassium. Sa composition est, pour chaque mélange, définie, car elle ne change que très peu si on l'abandonne à lui-même. Elle change, au contraire, immédiatement, si l'on ajoute soit du sel cuivrique, soit du ferrocyanure : ce fait d'un côté, de l'autre l'impossibilité depuis longtemps reconnue d'enlever le potassium par des lavages, élimine l'hypothèse d'un simple entraînement mécanique suivi d'une diffusion lente, et s'accorde très mal avec celle qui fait des colloïdes de simples suspensions de particules solides encore beaucoup plus grandes que les molécules. A mesure que la proportion de sel de cuivre croît, la quantité de potassium ainsi retenue diminue sans jamais devenir nulle.

» Le radical électropositif du sel de potassium n'entre pas en réaction et reste dans les eaux mères. Par suite, la composition du précipité peut être représentée par la formule $(FeCy^6)Cu^mK^n$ où $m + \frac{n}{2} = 2$. Pour le chlorure de cuivre, par exemple, n décroît d'une façon continue, de 1,3 à 0, quand on fait varier la quantité de cuivre de 0 à une valeur très grande.

» Dans le cas des colloïdes *doubles*, au contraire, les quatre radicaux en présence entrent dans la composition du précipité : c'est le cas des sulfures de cuivre ou de cadmium.

» Une valeur remarquable du nombre n est donnée par un mélange tel qu'aucun des deux réactifs ne soit en excès. Cette valeur dépend de la dilution ; dans le cas cité, elle est en moyenne de 0,4. On constate alors que les proportions mises correspondent au point exact de coagulation, c'est-à-dire que tous les mélanges contenant plus de ferrocyanure restent limpides; tous ceux où il y a plus de cuivre précipitent.

» De plus, si au mélange ainsi constitué on ajoute soit du ferrocyanure, soit du sel cuivrique, l'un et l'autre sont presque complètement absorbés. Aux environs du point de coagulation, la variation du nombre n est extrêmement rapide, c'est-à-dire qu'un très faible changement dans la composition du liquide ambiant en produit un beaucoup plus grand dans la composition du colloïde, qui est en équilibre avec lui. Ce changement, qui peut lui faire dépasser le point de coagulation, peut d'ailleurs être amené par l'addition d'un autre sel d'un métal polyvalent, même en quantité très petite. On comprend donc l'influence que peut avoir sur la coagulation une trace du pareil sel, si le colloïde se trouve au voisinage de ce point critique.

» En tout cas, même si la précipitation ne se produit pas, il y a altération de la nature chimique du colloïde. Celui-ci n'est donc défini que lorsque le liquide qui l'entoure est lui-même défini; toute modification de l'un entraîne une modification correspondante de l'autre. En particulier, le colloïde précipité par un moyen quelconque présente une différence *finie* de composition avec le même colloïde dissous. On ne saurait donc attribuer la coagulation à une cause exclusivement physique.

» Il y a cependant des relations étroites entre la composition d'un colloïde simple et ses propriétés électriques. Le sens de sa marche dans le champ est celui du radical qui y est seul de son signe : $(FeCy^6)$ pour le ferrocyanure de cuivre, (Fe) pour l'oxyde de fer précipité de Fe^2Cl^6 par AzH^3 et qui est, en réalité, un oxychlorure auquel peut s'appliquer tout ce qui a été dit précédemment, en tenant compte de la différence de signe. »

CHIMIE ANALYTIQUE. — *Methode de séparation de l'alumine et du fer par l'emploi de l'acide formique.* Note de M. **A. Leclère**, présentée par M. A. Carnot.

« La méthode de séparation de l'alumine et du fer par ébullition, en présence d'un excès d'hyposulfite de soude, indiquée par Chancel, a été depuis longtemps critiquée. Il est, en effet, difficile d'en obtenir des résultats exacts. Dans les conditions nécessaires à la réduction du fer et à son maintien en dissolution, la précipitation de l'alumine à l'état de sulfite basique est souvent très incomplète. Beaucoup de chimistes ont, en conséquence, recours à des méthodes d'une exécution plus compliquée.

» J'ai constaté qu'on peut obtenir des résultats exacts en déterminant la précipitation de l'alumine à l'état de formiate basique. On opère, par exemple, sur une solution assez étendue contenant un léger excès d'acide sulfurique. Tout d'abord, on réduit le fer à l'état de sel de protoxyde. A cet effet, il est préférable d'employer l'hyposulfite d'ammoniaque, qui ne laisse pas de résidu dans les précipités, comme le fait l'hyposulfite de soude.

» Si l'on cherchait ensuite à séparer l'alumine par ébullition, après addition d'un excès d'hyposulfite d'ammoniaque, celui-ci se décomposerait très rapidement sans précipiter complètement l'alumine. Mais il n'en est pas de même si l'on remplace l'acide sulfurique libre par l'acide formique, ce qui s'effectue simplement en ajoutant au liquide un grand excès de for-

miate d'ammoniaque. L'acide formique libre en solution étendue ne déplace que très faiblement l'acide hyposulfureux, comme on peut le prévoir par la comparaison des poids moléculaires [1].

» Si donc, après addition de formiate d'ammoniaque, on porte à l'ébullition avec un excès d'hyposulfite d'ammoniaque, celui-ci maintient le fer à l'état de protoxyde, tandis que l'alumine se précipite progressivement, non pas à l'état de sulfite, mais à l'état de formiate basique mélangé d'un peu de soufre.

» En desséchant le précipité, il faut l'imbiber d'acide nitrique, pour chasser l'acide formique et éviter ainsi la présence d'un résidu de carbone dans l'alumine calcinée.

» Le fer peut être, d'autre part, précipité par addition de sulfhydrate dans le liquide filtré. Le sulfure se rassemble bien à chaud et s'oxyde peu pendant la filtration après refroidissement. »

CHIMIE ANALYTIQUE. — *Dosage des chlorates, bromates et iodates.* Note de M. **Léon Débourdeaux**, présentée par M. H. Moissan.

« Le dosage des acides chlorique, bromique et iodique se fait actuellement en déterminant la proportion des corps halogènes que ces composés renferment après avoir transformé par calcination leurs sels alcalins ou argentiques en chlorure, bromure et iodure.

» Ce dosage peut être effectué par une méthode volumétrique d'une très grande précision, analogue à celle utilisée pour le dosage des nitrates (*Comptes rendus*, 29 juin 1903), et fondée sur les faits suivants :

» 1° L'acide oxalique n'est pas détruit à l'ébullition par une solution renfermant moins de 20^{cm^3} d'acide sulfurique concentré pour 100.

» 2° L'acide oxalique d'une liqueur renfermant 12^{cm^3} d'acide sulfurique concentré pour 100^{cm^3} est détruit :

» Par l'acide chlorique avec formation d'acide hypochloreux suivant l'équation

$$ClO^3H + 2C^2O^4H^2.2H^2O = 4CO^2 + 6H^2O + ClOH;$$

» Par les acides bromique et iodique avec mise en liberté de brome ou d'iode suivant les équations

$$2BrO^3H + 5C^2O^4H^2.2H^2O = 10CO^2 + 16H^2O + Br^2,$$
$$2IO^3H + 5C^2O^4H^2.2H^2O = 10CO^2 + 16H^2O + I^2.$$

---

[1] Note du 6 juillet 1903.

» Mais, en l'absence d'un intermédiaire d'oxydation, ces réactions ne sont pas quantitatives.

» 3° L'acide oxalique d'une solution renfermant à la fois, pour 100^{cm^3}, 5^g de sulfate de manganèse et 12^{cm^3} d'acide sulfurique concentré est détruit d'une manière régulière par les acides chlorique et bromique avec formation d'acide chlorhydrique ou bromhydrique suivant les équations

$$ClO^3H + 3\,C^2O^4H^2.2\,H^2O = 6\,CO^2 + 9\,H^2O + HCl$$
$$BrO^3H + 3\,C^2O^4H^2.2\,H^2O = 6\,CO^2 + 9\,H^2O + HBr$$

» L'acide iodique réagit comme auparavant avec mise en liberté d'iode, mais on obtient un rendement théorique suivant l'équation

$$2\,IO^3H + 5\,C^2O^4H^2.2\,H^2O = 10\,CO^2 + 16\,H^2O + I^2$$

» 4° Comme dans le dosage des nitrates par l'acide oxalique en présence de manganèse, trois facteurs interviennent dans ces dosages : l'élévation lente de la température, la proportion d'acide sulfurique et celle de sulfate de manganèse.

» Ainsi on devra donc opérer comme il a été indiqué pour le dosage de l'azote nitrique par l'acide oxalique, en présence de manganèse, en tenant compte des précautions prescrites.

» De plus, pour éviter l'action du permanganate de potasse sur les halogènes, il faut opérer le dosage de l'acide oxalique en présence de leurs précipités argentiques obtenus par addition d'azotate d'argent en excès.

» Le dosage de l'iodate d'argent est erroné, vu qu'il se forme de l'iodure d'argent au moins partiellement, sans que l'iode soit mis en liberté. Mais cette dernière réaction n'est pas théorique. Aussi doit-on préalablement éliminer l'argent avant de faire le dosage. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Préparation des alcools primaires au moyen des amides correspondantes.* Note de MM. **L. Bouveault** et **G. Blanc**, présentée par M. Haller.

« La facilité avec laquelle les acides, à l'état d'éthers, sont réduits en alcools dans les conditions que nous avons indiquées (1) nous a amenés à nous demander s'il n'en serait pas de même si ces acides étaient à l'état d'amides.

» La réduction des amides a été étudiée par M. Guerbet qui opérait au

(1) *Comptes rendus*, t. CXXXVII, p. 60.

moyen du sodium dans l'alcool amylique. M. Guerbet ne mentionne que la formation d'amines [1].

» Il est possible que, dans ces conditions, il ne se forme point d'alcools, ou que leur présence passe inaperçue. Nous avons, au contraire, au moyen de l'alcool éthylique, du sodium, et des amides caproïque, pélargonique et phénylacétique, obtenu très facilement les alcools correspondants.

» L'amide est dissoute dans l'alcool absolu (trois fois son poids environ), et la solution est versée, au moyen d'un entonnoir à robinet, sur le sodium (6^{at}) placé dans un ballon muni d'un réfrigérant à reflux puissant. Il se déclare une vive réaction avec dégagement d'ammoniaque. On la complète en chauffant quelque temps au bain de sel jusqu'à disparition du sodium; le produit est alors additionné d'eau, puis on fait passer un courant de vapeur qui entraîne l'alcool éthylique; ensuite passent l'alcool cherché et l'amine correspondante. On les sépare très facilement en agitant la solution éthérée avec de l'acide chlorhydrique étendu.

» La réaction s'exprime ainsi

$$R.CO\,AzH^2 + 4Na + 4C^2H^5OH = R.CH^2OH + 4NaOC^2H^5 + AzH^3.$$

» Le rendement est bien inférieur à celui que fournit la réduction des éthers; au lieu d'un rendement de 60 à 80 pour 100, on n'arrive qu'à un rendement de 25 à 30 pour 100; il est probable que la réaction

$$R.CO\,AzH^2 + 4H = R.CH^2AzH^2 + H^2O,$$

fournissant 1^{mol} d'eau, est une cause de l'abaissement du rendement par suite de la saponification de l'amide. On retrouve, en effet, une quantité considérable de sel de sodium après l'entraînement à la vapeur.

» Ce procédé ne saurait donc remplacer la réduction des éthers, d'autant plus que ceux-ci sont, en général, plus aisés à obtenir que les amides.

» Nous avons obtenu ainsi :

» L'*alcool hexylique normal* $CH^3(CH^2)^4CH^2OH$ (ébullition à 156°); la phényluréthane est fort soluble dans l'alcool, l'éther, l'éther de pétrole; elle fond à 42°.

» L'*alcool nonylique normal* $CH^3(CH^2)^7CH^2OH$ bouillant à 215°.

» La phényluréthane est très soluble dans les dissolvants organiques habituels, sauf l'éther de pétrole froid. Elle fond à 59°.

---

(1) *Bulletin Soc. chim.*, 3e série, t. XXI, p. 755 et 778.

» L'*alcool phényléthylique* $C^6H^5.CH^2CH^2OH$ bout à 212°-215°, sa phénykuréthane fond à 80°.

» Ces exemples montrent que la réaction est générale ([1]). »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Synthèse de sucres à partir du trioxyméthylène et du sulfite de soude*. Note de MM. A. SEYEWETZ et GIBELLO, présentée par M. A. Haller.

« Les travaux de Butlerow ([2]), Tollens ([3]), Lœw ([4]) et Fischer ([5]) ont montré la possibilité de transformer par l'action des bases la formaldéhyde en composés appartenant à la classe des sucres.

» Lœw a le premier fixé les conditions précises dans lesquelles doit être effectuée la condensation pour obtenir les composés sucrés qu'il avait primitivement désignés sous les noms de *formose*, de *pseudo-formose* et de *méthose*. Fischer a reconnu, par la transformation en osazones des sucres obtenus par Lœw, que le composé désigné sous le nom de *formose* était un mélange de plusieurs composés sucrés. Il a pu isoler, à partir de ce mélange, deux osazones bien définies dont l'une dérive de l'α-acrose et l'autre du sucre auquel il a donné le nom de *formose* que Lœw avait attribué au mélange.

» Jusqu'ici on s'était borné seulement à l'étude de la transformation en sucre de la formaldéhyde. Son polymère, le trioxyméthylène, n'avait pas été expérimenté dans cette voie, probablement à cause de son insolubilité dans l'eau et aussi de sa facile altérabilité sous l'influence des solutions alcalines qui constituaient ses seuls dissolvants.

» L'un de nous ayant montré récemment ([6]) la grande solubilité du trioxyméthylène dans les solutions de sulfite de soude, nous avons recherché la possibilité de transformer ce composé ainsi dissous en dérivés

---

([1]) Ce travail était en cours d'exécution quand est parue une Note de M. R. Scheuble *Sur la réduction des amides des acides bibasiques en glycols* (*Monats.*, août 1903). Nous nous sommes donc bornés à l'étude des amides des acides monobasiques.

([2]) *Comptes rendus*, t. LIII, p. 145; *Liebigs Annalen*, t. CXX, p. 295.

([3]) *Berichte d. d. chem. Gesellsch.*, t. XV, p. 1629 et t. XVI, p. 919.

([4]) *Journ. für prakt. Chemie*, t. XXXIII, p. 321 et t. XXXIV, p. 51. *Berichte*, t. XXI, p. 270 et *Berichte*, t. XXII, p. 470 et 478.

([5]) *Berichte*, t. XXI, p. 988; *Berichte*, t. XXII, p. 359.

([6]) LUMIÈRE et A. SEYEWETZ, *Bulletin de la Société chimique*, Paris, 1903, p. 1212.

sucrés. Nous avons reconnu que ces solutions, qui ne subissent aucune transformation appréciable à la température ordinaire, donnent par contre facilement naissance à des composés sucrés lorsqu'on les chauffe au bain-marie et plus rapidement à l'ébullition.

» Le sulfite alcalin, en raison de ses propriétés réductrices, favorise la condensation et paraît réduire à son minimum l'oxydation qui accompagne toujours cette condensation dans l'action des bases même faibles sur la formaldéhyde.

» Suivant les proportions relatives de sulfite alcalin et de trioxyméthylène, on obtient soit un composé sucré incolore, soit coloré en jaune ou même en brun avec une forte odeur de caramel.

» Nous avons fait varier méthodiquement dans cette réaction les proportions relatives de sulfite acalin et de trioxyméthylène, ainsi que le degré de dilution du mélange et avons comparé les rendements en composé sucré brut obtenu. Pour apprécier le rendement nous transformions le produit brut en osazones correspondantes par la méthode de Fischer. C'est en chauffant à l'ébullition une solution de sulfite anhydre au $\frac{1}{10}$ renfermant un poids de trioxyméthylène 20 fois plus petit que celui du sulfite, que nous avons obtenu le meilleur rendement en osazone brute.

» Après 10 minutes, toute la formaldéhyde a disparu, le mélange a une couleur jaunâtre et possède une forte odeur de caramel. On le transforme ensuite en osazone par chauffage avec l'acétate de phénylhydrazine.

» Le rendement en osazone brute diminue à mesure que l'on augmente la quantité de trioxyméthylène pour un même poids de sulfite alcalin.

» En employant poids égaux des réactifs dissous dans cinq fois leur poids d'eau, le rendement est réduit des $\frac{2}{3}$, mais le liquide final est incolore et ne brunit pas, même si l'on prolonge beaucoup l'ébullition. La transformation totale de l'aldéhyde dure alors 2 heures 45 minutes environ.

» *Étude des osazones brutes.* — Les osazones qui prennent naissance dans les opérations renfermant des quantités variables de réactifs ne paraissent pas identiques. Les unes sont huileuses, les autres solides et ces dernières n'ont pas toutes le même aspect : les composés sucrés qui en dérivent ne semblent donc pas être les mêmes.

» Nous avons cherché à isoler les différentes osazones que l'on peut obtenir ainsi sans tenir compte des modifications que peut apporter la variation des proportions de réactifs.

» Dans ce but 100g d'osazone brute provenant d'opérations faites avec des proportions variables de trioxyméthylène et de sulfite de soude ont été divisés en deux portions égales. L'une d'elles a été traitée dans le but d'en isoler l'α-acrosazone, que Fischer avait caractérisée dans le formose brut de Lœw. En suivant la méthode de Fischer basée sur l'insolubilité de l'α-acrosazone dans l'alcool à 80 pour 100, nous

n'avons pas pu isoler cette osazone, mais une petite quantité d'un produit jaune clair qui après plusieurs cristallisations dans l'alcool bouillant fond à 148° et que nous avons pu identifier par ses propriétés avec la formosazone.

» La seconde partie de l'osazone brute a été mélangée avec le résidu de l'évaporation à sec de l'alcool à 80 pour 100 provenant du traitement précédent.

» Ce mélange est d'abord lavé à l'eau froide, puis séché sur brique en plâtre et épuisé par le benzène bouillant.

» Les solutions benzéniques abandonnent par refroidissement une poudre cristalline jaune qui après purification dans le benzène se présente en cristaux lamellaires jaunâtres très brillants fondant à 131°. Ce point de fusion et la composition répondent à ceux de la glycérazone.

» Cette composition ainsi que les propriétés de la substance paraissent confirmer l'hypothèse de la formation de *glycerose*.

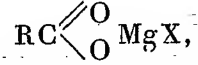
» Le résidu des osazones brutes insoluble dans le benzène bouillant peut être purifié par cristallisations répétées dans l'alcool à 50 pour 100. On obtient ainsi de belles lamelles cristallines brillantes jaunâtres qui se décomposent sans fondre et dont nous n'avons pas jusqu'ici déterminé la nature.

» Il résulte donc de notre étude que le trioxyméthylène se transforme rapidement quand on porte à l'ébullition sa solution dans le sulfite de soude, en un mélange de composés de la classe des sucres où l'on peut caractériser la présence du *formose* et du *glycérose*. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Nouveau procédé de synthèse d'alcools tertiaires au moyen des combinaisons organomagnésiennes*. Note de M. V. **Grignard**, présentée par M. H. Moissan.

« La récente synthèse de combinaisons halogénées symétriques de la benzophénone, par M. Bodroux (¹), m'oblige de faire connaître dès maintenant les premiers résultats d'une recherche que j'ai entreprise dans une voie peu différente de celle suivie par ce savant.

» Je m'étais proposé, en partant des composés de la forme



(¹) *Bull. Soc. chim.*, 1904, p. 26.

obtenus comme je l'ai indiqué antérieurement, de réaliser sur le second atome d'oxygène une réaction identique à la première, de façon à obtenir le complexe

$$\frac{R}{R'}\rangle C\langle \frac{OMgX}{OMgX'}$$

dont l'hydrolyse aurait fourni la cétone R.CO.R'.

» Dans ce but, j'ai d'abord préparé RCO^2MgX à la manière habituelle, en opérant dans la glace; la saturation terminée, j'ai chauffé un instant au bain-marie pour chasser le gaz carbonique resté en solution; j'ai ensuite refroidi, puis introduit dans le ballon une nouvelle molécule d'organomagnésien R'MgX, préparée à part. Cette introduction peut être faite peu à peu ou d'un seul coup sans que le résultat final en soit sensiblement modifié. On constate que le magma plus ou moins cristallin constitué par RCO^2MgX se redissout; une réaction assez peu vive se déclare, en même temps qu'apparaissent peu à peu de nouveaux cristaux. On complète par un chauffage d'environ 48 heures.

» On décompose ensuite sur la glace, on acidifie la liqueur avec de l'acide sulfurique dilué et l'on agite la solution éthérée avec du carbonate de sodium pour éliminer l'acide RCO^2H qui a échappé à la réaction. On distille enfin l'éther et l'on rectifie le résidu.

» Dans tous les cas étudiés jusqu'ici, je n'ai pas trouvé en quantité appréciable la cétone attendue, mais toujours et avec de bons rendements, l'alcool tertiaire $R.C(OH):R'^2$ qui doit être engendré de la manière suivante :

$$RC\langle\frac{O}{OMgX} + R'MgX = \frac{R}{R'}\rangle C\langle\frac{OMgX}{OMgX},$$

$$\frac{R}{R'}\rangle C\langle\frac{OMgX}{OMgX} + R'MgX = \frac{R}{R'}\rangle C\langle\frac{R'}{OMgX} + O\langle\frac{MgX}{MgX}.$$

» On voit donc qu'on arrive au même résultat qu'en partant d'un éther de l'acide RCO^2H, dont on évite ainsi l'isolement et l'éthérification.

» Lorsqu'on effectue l'opération précédente à froid, la réaction reste la même, mais elle est incomplète et l'on retrouve abondamment de l'acide RCO^2H libre.

» Comme alcools nouveaux préparés par cette méthode, je puis indiquer dès maintenant :

» 1° Le diéthylisoamylcarbinol, liquide mobile, d'odeur fraîche, agréable, qui bout à 83°-86° sous 15^{mm}; $d_0 = 0,852$, $d^{1}_{10,4} = 0,844$, $n_D = 1,44092$.

» Par chauffage avec l'anhydride acétique, il donne en petite quantité

un acétate bouillant à 93°-94° sous 14^{mm}, et surtout un hydrocarbure que je n'ai pas encore étudié.

» 2° L'isobutyldiisoamylcarbinol liquide, peu mobile, d'odeur faible, bouillant à 126-129° sous 15^{mm}; $d_0 = 0,8498$, $d^4_{10,4} = 0,8416$, $n_D = 1,44864$.

» 3° Le phényldiéthylcarbinol, liquide assez mobile, d'odeur âpre, peu forte, qui n'a pas cristallisé à $-17°$ et qui bout à 101°-102° sous 11^{mm}; $d_0 = 1,0029$, $d^4_{11} = 0,9936$, $n_D = 1,52672$.

» En même temps que ce dernier alcool, j'ai obtenu assez abondamment l'éthyldiphénylcarbinol, fusible à 92° comme celui de M. Masson (1) et distillable à 170°-172°, sous 14^{mm}. La présence de cet alcool peut être due à ce que, dans l'action de CO^2 sur C^6H^5MgBr, il s'est fait une certaine quantité de benzophénone, comme dans les expériences de M. Bodroux, mais il est possible également qu'une partie du C^6H^5MgBr ne se soit pas combinée à CO^2 dans la première partie de l'opération et ait réagi ensuite simultanément avec le C^2H^5MgBr introduit. C'est un point qui reste à élucider.

» Je me propose de rechercher s'il n'est pas possible de limiter la réaction précédente à la formation des cétones, et je désire en outre me réserver d'étudier parallèlement l'action de l'anhydride sulfureux sur les combinaisons organomagnésiennes. »

PHYSIOLOGIE VÉGÉTALE. — *Influence des rayons du radium sur le développement et la croissance des champignons inférieurs.* Note de M. J. Dauphin, présentée par M. Gaston Bonnier.

« Deux Notes présentées à l'Académie par M. Georges Bohn (*Comptes rendus*, 27 avril et 4 mai 1903) m'ont suggéré l'idée de rechercher si les rayons de Becquerel auraient une influence sur le développement et la croissance des champignons inférieurs, en particulier des Mucorinées. M. Curie, en mettant obligeamment à ma disposition un tube de radium, m'a permis de faire dans ce sens des recherches dont je donne ici les premiers résultats. Je l'en remercie vivement.

» Des expériences préliminaires m'ont nettement montré que des cultures de *Mortierella*, de *Mucor*, de *Piptocephalis*, de *Thamnidium* sont influencées par les rayons du radium; quelles que soient les conditions dans lesquelles on opère, cette action peut se manifester de diverses façons suivant la durée d'exposition de la culture aux rayons de Becquerel : il peut

(1) *Comptes rendus*, t. CXXXV, 1902, p. 533.

y avoir arrêt de développement quand le radium agit sur des spores qui viennent d'être ensemencées; il peut y avoir arrêt de croissance du mycélium déjà formé, et cette influence est d'autant plus nette, toutes choses égales d'ailleurs, que les spores ou les tissus exposés se trouvent plus près du tube radioactif.

» Dès lors, il m'a semblé intéressant d'étudier de plus près ces diverses actions et, sur les conseils de M. Matruchot, maître de Conférences de botanique à l'École Normale supérieure, j'ai repris ces expériences d'une façon plus rationnelle et les ai fait porter sur une espèce de *Mortierella*.

. . . .

» J'ai ensemencé avec des chlamydospores de *Mortierella* du bouillon gélosé, de telle sorte que les spores fussent réparties uniformément dans toute la masse du milieu nutritif. Le bouillon ainsi ensemencé a été chaque fois versé dans deux boîtes de Pétri; au milieu de l'une d'elles j'ai placé le tube de radium; au milieu de l'autre j'ai placé un tube de verre identique, pour avoir une culture témoin dans les mêmes conditions que la première; s'il devait y avoir plus tard des phénomènes à observer, j'étais assuré ainsi que le radium en serait la cause déterminante.

» Dans la culture témoin, le *Mortierella* s'est développé normalement et, au bout de 5 à 6 jours, a donné en même temps qu'un mycélium touffu des chlamydospores nombreuses. Le radium a été exposé dans l'autre culture pendant 4 jours; dès le deuxième jour, le mycélium commence à apparaître à la surface du milieu nutritif et continue à se développer lentement les jours suivants; mais, dès le début, on distingue nettement tout autour du tube de radium une zone aride où rien n'apparaît; cette zone s'étend jusqu'à une ligne bien marquée affectant la forme générale d'une ellipse dont le grand axe est dirigé suivant la longueur du tube; aux deux extrémités du tube la même zone aride est plus réduite et l'ellipse s'infléchit vers l'intérieur. La forme particulière de cette zone aride tient évidemment à ce que le radium constitue lui-même un écran d'absorption pour ses propres radiations et que les spores situées dans cette région ont subi l'influence d'une moindre quantité de rayons actifs [1].

» Le petit axe de cette zone aride présente une longueur d'environ 2^{cm}; autour de cette zone on peut en remarquer une deuxième, un peu moins nette, où les filaments sont à peine développés, et enfin au delà les filaments aériens commencent à se montrer et le développement se poursuit normalement, quoiqu'il se montre très réduit comparativement à la culture témoin.

» J'ai examiné au microscope des préparations faites avec des échantillons pris successivement à 1^{cm} du tube, sur le bord de la zone aride, à $1^{cm},5$, à 2^{cm} et à 3^{cm} sur le bord extérieur de la culture. Elles ont montré, outre l'absence complète de sporanges et de spores lisses, la présence de chlamydospores échinées dont le nombre m'a paru aller en décroissant de la zone aride à la périphérie de la culture.

---

(1) J'ai photographié les deux cultures, et les épreuves obtenues montrent bien la différence de croissance que j'indique et la présence de cette zone aride.

» J'ai recherché également si les spores de la zone aride, lesquelles n'avaient pas germé au bout de ce temps, étaient tuées ou bien si elles étaient restées à l'état de vie latente.

» J'ai donc prélevé aseptiquement, en des points de plus en plus éloignés du tube de radium dans la zone aride, des parcelles de milieu nutritif contenant des spores, et je les ai transportées dans des tubes de bouillon gélosé. Ces nouveaux semis ont mis 4 jours à germer, tandis que, dans les conditions ordinaires, la germination se produit au bout de 24 heures; mais, peu à peu, le mycélium s'est étendu et a couvert toute la surface du milieu nutritif.

» J'ai voulu voir aussi l'action du radium sur le mycélium déjà développé et, à cet effet, j'ai préparé des cultures de *Mortierella* en cellules de Van Tieghem; de la sorte, j'ai pu observer heure par heure le développement d'*une* spore de *Mortierella* et la comparer à chaque instant à une culture semblable qui me servait de témoin. Au bout de 2 jours, les filaments mycéliens, peu ramifiés encore, s'étendent sur une longueur d'environ 1^{mm}. C'est à ce moment que je place le tube de radium dans l'une des cellules et que je le laisse agir pendant 2 jours et demi. Pendant ce temps, les filaments de la culture témoin s'enchevêtrent, s'anastomosent, s'accroissent de façon à couvrir sur la lamelle une surface d'environ $0^{cm^2},5$. En revanche, les filaments soumis à l'action du radium cessent de s'accroître en surface; ils acquièrent un diamètre double ou triple de celui des filaments témoins; ils présentent, de place en place, des renflements caractéristiques à l'intérieur desquels le protoplasme se contracte; les filaments se cloisonnent même; en un mot, le *Mortierella* s'enkyste sous l'action du radium.

» Au bout de 2 jours et demi, le radium ayant été enlevé, le mycélium recommence à croître, des bourgeons nouveaux se produisent rapidement.

» Il ressort donc de ces expériences plusieurs fois répétées que :

» 1° Les rayons du radium arrêtent la croissance du mycélium du *Mortierella* et empêchent la germination de la spore; cette action est du reste simplement paralysante;

» 2° Ils provoquent l'apparition de véritables kystes à l'intérieur des filaments; ces kystes sont évidemment ici des organes de défense du végétal;

» 3° Les spores et le mycélium soumis à l'action du radium ne sont pas tués; ils sont à l'état de vie latente et, replacés dans des conditions normales, peuvent germer ou continuer à se développer à nouveau. »

PHYSIOLOGIE VÉGÉTALE. — *Recherches sur la transpiration des feuilles d'*Eucalyptus. Note de M. **Ed. Griffon**, présentée par M. Gaston Bonnier.

« De nombreux essais, entrepris notamment dans les environs de Rome, en Algérie et aux États-Unis, ont montré d'une manière indéniable l'influence bienfaisante de l'*Eucalyptus* dans l'assainissement des territoires que désolent les fièvres paludéennes.

» La plupart des auteurs qui se sont occupés de cette question admettent que les heureux résultats des plantations sont dus au pouvoir asséchant de l'*Eucalyptus*. Quelques-uns cependant pensent que les émanations balsamiques des feuilles de cet arbre ont des propriétés fébrifuges puissantes; mais on a reconnu aujourd'hui que l'*Eucalyptus* n'a pas la vertu d'éloigner les *Anopheles*, qui sont, comme on le sait, les agents de transmission du paludisme [1].

» Je n'ai pas du tout l'intention d'aborder ici l'importante question de la prophylaxie de la malaria; je veux faire observer seulement, en me tenant exclusivement sur le terrain de la Physiologie végétale, que la propriété attribuée avec raison à l'*Eucalyptus* d'abaisser le plan des eaux souterraines et par suite d'assainir le sol a fait naître, çà et là, l'idée que les feuilles de cette précieuse essence ont un pouvoir évaporatoire énorme par rapport à celui des feuilles des autres arbres.

» Pourtant des plantations de Pin sylvestre et de Pin maritime ont donné de bons résultats comme agents d'assainissement en Italie et en France. Il en est de même des plantations de *Casuarina* à l'Ile Bourbon, d'*Helianthus annuus* en Hollande et dans l'Amérique du Nord, d'*Acacia* aux États-Unis [1].

» Les considérations précédentes m'ont tout naturellement amené à comparer l'énergie transpiratoire des feuilles d'*Eucalyptus* à celle des feuilles d'un certain nombre d'arbres ou d'arbustes cultivés dans notre pays.

» Des feuilles jeunes ou adultes prises sur des pieds d'*Eucalyptus Globulus* ont été détachées, pesées et abandonnées à elles-mêmes pendant un laps de temps variant, suivant l'état du ciel et la température, entre 15 minutes et 1 heure. A la fin de l'ex-

---

[1] Laveran, *Prophylaxie du paludisme;* Paris, 1903. (*Encyclopédie des Aide-Mémoire.*)

périence, les feuilles, non fanées, avaient donc transpiré à peu près normalement et il était facile, par une seconde pesée, de connaître le poids de la vapeur d'eau émise. Ce procédé est, comme on le voit, identique à celui qui a été employé par Boussingault en 1867 dans ses Études sur les fonctions physiques des feuilles et qui a été repris depuis par un grand nombre de physiologistes.

» Or j'opérais en même temps sur des feuilles comparables de Bouleau, de Saule, de Laurier-cerise, de Frêne, d'Aune, de Tilleul, de Noyer, de Sophora, de Lilas, de Vigne.

» En rapportant à l'unité de poids frais, il m'était possible de déterminer les valeurs respectives de l'énergie transpiratoire pour chacune des feuilles mises en expérience. Je citerai seulement quelques-uns des nombreux résultats obtenus :

Eucalyptus	0,076	*Eucalyptus*	0,039
Sophora	0,281	Aune	0,049
Lilas	0,160	Tilleul	0,055
Vigne	0,126	Frêne	0,085
Bouleau	0,185	Noyer	0,075
Saule	0,208		

» Comme on le voit, en aucun cas les feuilles coupées d'*Eucalyptus* n'ont eu une capacité transpiratoire supérieure à celle des autres végétaux considérés. Cette capacité est même souvent notoirement inférieure.

» J'ai voulu contrôler les résultats donnés par cette méthode des feuilles coupées en opérant comme le fit sir John Lawes, lorsqu'il démontra, en 1851, que les arbres à feuilles caduques transpirent plus, toutes choses égales d'ailleurs, que les arbres à feuilles persistantes. J'ai utilisé pour cela de jeunes pieds bien comparables ayant environ 50^{cm} de hauteur et enracinés dans des pots qui furent placés dans des récipients imperméables; de cette façon, seule l'eau des feuilles et des jeunes tiges pouvait s'échapper dans l'atmosphère.

» Voici encore quelques résultats :

	I.	II.	III.
Eucalyptus	7	6,4	8,6
Bouleau	12,9	7	11,2
Vigne	4,9	6	7,5

	I.	II.
Eucalyptus	11	11,7
Vigne	7,2	6,1
Saule	24,6	12,3
Peuplier	10,5	7,6

» L'examen des Tableaux ci-dessus confirme la conclusion qui avait été tirée précédemment. Les différences observées entre les énergies de transpiration sont en général moins accusées avec la seconde méthode qu'avec la première, mais il n'y a pas lieu d'en être surpris, une feuille coupée n'étant pas dans les mêmes conditions qu'une feuille tenant encore à la plante.

» Il résulte par conséquent de ces recherches que les feuilles de l'*Eucalyptus* n'ont pas une capacité transpiratoire énorme par rapport à celle des feuilles des arbres et arbustes de nos pays. On ne trouve nullement ici des

écarts semblables à ceux qu'avait obtenus autrefois de Saussure en étudiant la respiration des plantes marécageuses, à ceux qui ont été trouvés ensuite par Mayer et par moi-même sur les échanges gazeux des plantes d'appartement. Tandis qu'un grand nombre de plantes d'appartement et de plantes marécageuses respirent par exemple dix fois moins énergiquement que les autres, les feuilles de la plupart de nos arbres et arbustes transpirent à peu près autant, si ce n'est plus (Saule, etc.), que celles de l'*Eucalyptus*.

» C'est donc vraisemblablement par son aptitude à produire très vite une masse importante de feuillage et non par une capacité transpiratoire particulièrement grande de ses feuilles considérées isolément, d'une part; par son adaptation à la lumière vive sans que la transpiration soit trop réduite, d'autre part, que l'*Eucalyptus* peut jouer un rôle si important dans l'assainissement des terres marécageuses (¹). »

BOTANIQUE APPLIQUÉE. — *Utilisation des Champignons entomophytes pour la destruction des larves d'Altises.* Note de MM. **C. Vaney** et **A. Conte**, présentée par M. Alfred Giard.

« Dans une Note précédente (²) nous avons fait connaître une larve de Diptère (*Degeeria funebris* Mg.) qui détruit les Altises adultes. L'éclosion de cette Tachinaire ayant lieu lors de la ponte des Altises, nous avons examiné un grand nombre de larves nouvellement écloses, mais nous n'y avons point trouvé les premiers stades du parasite; *Degeeria funebris* doit donc être considérée comme un parasite des Altises adultes, tout au moins des générations printanières de cet ampélophage.

» L'extension toujours croissante de l'Altise, qui cause depuis quelques années des ravages considérables jusque dans le Lyonnais, nous a conduits à rechercher d'autres auxiliaires plus actifs que *Degeeria funebris*. Nous nous sommes adressés à un Champignon entomophyte, le *Botrytis bassiana* de Bary, qui cause la *muscardine* du Ver à soie. M. A. Giard à qui nous soumîmes nos premiers résultats eut la bienveillance de nous signaler des essais de même ordre faits précédemment, sur ses conseils et avec des cryp-

---

(¹) Ed. Griffon, *Recherches sur la transpiration des feuilles vertes dont on éclaire soit la face supérieure, soit la face inférieure* (*Comptes rendus*, 15 octobre 1903).

(²) *Comptes rendus*, 25 mai 1903.

togames envoyés par lui en Algérie, par Trabut d'une part et F. Debray d'autre part.

» Trabut a proposé d'utiliser contre l'Altise le *Sporotrichum globuliferum* Spegazzini, qui avait été trouvé sur des Altises adultes, en 1896, par M. Soipteur et provenait, selon Trabut, d'ensemencements faits en 1892 pour détruire les *Rhizotrogus*. Dispersé notamment à Tlemcen, ce Champignon y avait provoqué plusieurs foyers d'une maladie grave des Altises. Trabut préconisait l'ensemencement des abris d'hiver des Altises avec des cultures de *Sporotrichum;* selon lui c'était la forme adulte qu'il fallait atteindre puisqu'il n'avait jamais observé de larves infestées.

» En 1894, Debray expérimenta sur des larves d'Altises l'action de huit Champignons entomophytes. Il touchait ces larves avec une aiguille *non piquante* portant des spores prises sur des cultures artificielles. Il eut des résultats avec cinq espèces : il constata au bout de peu de jours la présence de *quelques larves momifiées;* mais la plus grande partie des larves restèrent indemnes.

» Des recherches de ces deux savants il résulte que : 1° l'Altise peut être détruite à l'état adulte par le *Sporotrichum;* 2° à l'état larvaire, elle résiste, en général, aux entomophytes.

» Au cours de nos expériences, nous avons toujours recueilli le *Botrytis bassiana* sur des larves ou sur des chrysalides de *Bombyx mori,* mais nous n'avons jamais utilisé des cultures artificielles. On sait, en effet, d'après les recherches de Giard sur l'*Isaria densa,* que, dans ces dernières conditions, la virulence du Champignon s'atténue et peut-être est-ce là une des causes des insuccès de Debray.

» Nous saupoudrons avec des spores de *Botrytis* des feuilles de Vigne que nous donnons ensuite comme nourriture à des larves d'Altises de tous âges placées dans un cristallisoir. Des lots témoins sont élevés avec des feuilles saines. Cette opération une fois faite, nous continuons à alimenter toutes les larves avec des feuilles saines. L'infestation est complète et se produit avec une rapidité remarquable : au bout de 6 jours environ, presque toutes les larves sont mortes et ne tardent pas à se couvrir d'une poussière blanche de spores. Nous avons répété ces expériences sur des lots très importants de larves; le résultat a toujours été le même.

» En étudiant sur des coupes les larves à différentes périodes d'infestation, nous avons constaté que les filaments de Champignon commençaient à se développer dans le tube digestif, qu'ils en perforaient les parois et finalement envahissaient tous les organes de la larve. La maladie paraît donc bien se propager par la voie du tube digestif comme la muscardine chez le Ver à soie. Peut-être, dans quelques cas, cette propagation a-t-elle lieu par simple contact? Les quelques résultats positifs de Debray rendent cette hypothèse vraisemblable. Dans les cas cités par cet auteur, il est permis d'ailleurs de supposer que les quelques larves parasitées étaient des larves ayant ingéré accidentellement les spores déposées par l'auteur.

» *En resumé*, nos expériences, qui ont porté sur un nombre très considérable de larves, nous conduisent aux conclusions nouvelles suivantes :

» 1° Le *Botrytis bassiana, recueilli sur des vers à soie* et épandu sur des feuilles de vigne, amène en *très peu de temps* la mort des larves d'Altises qui se nourrissent de ces feuilles;

» 2° L'infestation résulte de l'absorption des spores qui germent dans le tube digestif et envahissent graduellement tous les organes;

» 3° La destruction des larves par ce procédé peut être considérée comme *totale*.

» Quels seront les résultats pratiques de cette méthode? C'est ce que des épandages faits en grand par pulvérisation, par exemple, permettront seuls d'établir. L'emploi du *Botrytis bassiana* en viticulture ne nous paraît pas d'ailleurs limité à la destruction de l'Altise seule. Nous avons obtenu également des résultats excellents pour la destruction des larves de Pyrales. Néanmoins la larve d'Altise, vivant toujours à découvert à la face inférieure des feuilles, sera bien plus facile à atteindre. Les larves de Pyrale, comme celles de *Cochylis*, contre lesquelles Sauvageau et Perraud avaient proposé l'*Isaria farinosa*, sont, par suite même de leur mode de vie, bien plus difficiles à infester.

» On objectera sans doute que notre méthode peut être dangereuse pour la sériciculture. L'objection a déjà été faite pour d'autres Entomophytes. Cette question doit se poser en effet pour les régions *à la fois* vinicoles et séricicoles. Dans ces régions, des précautions suffisantes, telles que le choix judicieux des époques d'épandage, permettront sans doute de parer aux inconvénients possibles. »

PATHOLOGIE VÉGÉTALE. — *Sur les* Verrues *des feuilles de la Vigne*. Note de MM. **P. Viala** et **P. Pacottet**, présentée par M. L. Guignard.

« Les *verrues* de la vigne sont des proliférations de tissus, abondantes sur la face inférieure des feuilles, rares sur les rameaux. On ne les observe pas dans les vignobles; elles sont spéciales aux cultures sous verre, aux *forceries* du nord de la France et de l'Europe. Nous avons étudié, dès 1897, ces déformations de tissus, et nous avons pu établir, par des expériences directes, qu'elles étaient provoquées par un excès de lumière dans une atmosphère humide.

» La face inférieure des feuilles verruqueuses est couverte de protubérances mame-

lonnées, rarement isolées, le plus souvent confluentes en plages d'un vert plus mat que celui du limbe, dont elles ont une fois, et jusqu'à une fois et demie, l'épaisseur; les bords de la feuille et les dents sont toujours dépourvus de verrues. La face supérieure reste lisse; on perçoit cependant, opposée aux verrues, une irisation de la cuticule. Plus tard, quand les verrues comme le limbe se décolorent, à la fin de la végétation, les plages vernissées de la face supérieure prennent plus tôt une teinte plus jaune, qui passe ensuite à la couleur feuille morte de tout le parenchyme. Mais les verrues restent toujours turgescentes, même au moment de la chute des feuilles; elles sont alors plus foncées que le limbe. Les nervures ne subissent jamais aucune déformation, et, dans aucun cas, la feuille n'est altérée dans ses dimensions ou dans ses caractères ampélographiques. Il est très rare que l'abondance extrême des verrues sur tout le centre du limbe détermine une mortification de la feuille, et encore moins une souffrance ou un affaiblissement de la vigne.

» Ces caractères extérieurs des verrues se traduisent dans les tissus par une modification anatomique très particulière. La feuille de vigne normale a un épiderme supérieur régulier; un tissu palissadique composé d'un seul rang de cellules allongées, un tissu lacuneux formé de 4 à 7 rangs de cellules vaguement polygonales, laissant entre elles de larges méats qui constituent une atmosphère réceptrice de l'eau de transpiration canalisée sur les stomates de l'épiderme inférieur. Les verrues sont dues au développement d'un nouveau tissu palissadique aux dépens de la troisième, de la quatrième ou de la cinquième couche des cellules spongieuses. Les éléments s'allongent suivant la normale au limbe; ils ont une hauteur et un diamètre transversal deux fois au moins égaux à ceux des vraies cellules palissadiques, 7 à 8 et 3 à 5 fois supérieures à leurs axes primitifs. Des deux côtés de ce faux tissu palissadique, vers les deux épidermes intacts, les autres cellules lacuneuses sont fortement comprimées. Cette compression générale et exagérée dans tout le limbe réduit au minimum les méats intercellulaires et même les vides des chambres sous-stomatiques.

» La cause qui provoque la formation des verrues a été déterminée par de nombreuses expériences qui sont relatées dans un Mémoire détaillé, et qui nous ont permis de faire développer artificiellement le faux tissu palissadique sur les feuilles en période de croissance; les verrues ne se forment plus sur les feuilles qui ont acquis leurs dimensions définitives. Il faut, en outre, une atmosphère humide, une température d'au moins 20° à 25°, et un sol riche en éléments fertilisants activant la végétation. Mais la lumière a une action prédominante, nettement établie par nos expériences. Ce n'est qu'aux périodes les plus lumineuses, et directement sous le verre des serres, que les verrues poussent abondamment; on ne les observe pas, dans les mêmes serres, pour les feuilles à la lumière diffuse ou à l'ombre.

» Comment la lumière agit-elle sur les tissus de la feuille en provoquant cette production du faux tissu palissadique, cette compression générale de toutes les cellules du limbe, la diminution des vides intercellulaires

lacuneux et l'augmentation de l'acidité du suc cellulaire ? Nos observations et nos expériences nous paraissent concorder pour faire admettre que les feuilles rendues verruqueuses par une lumière intense se défendent, comme les plantes grasses, par le développement du faux tissu palissadique, contre une chlorovaporisation et une transpiration exagérées qu'accentue l'action directe du soleil par radiations lumineuses et calorifiques. On atténue d'ailleurs cette action par l'ombrage des verres des serres à vignes. »

MINÉRALOGIE. — *Sur un trachyte à noseane du Soudan français.* Note de M. **H. Arsandaux**, présentée par M. Fouqué.

« Jusqu'à présent, il n'a été signalé aucune roche volcanique ~~éruptive~~ dans la partie occidentale du Soudan français.

» Le bassin inférieur de la Falémé, aux abords immédiats de ce fleuve, est essentiellement constitué par des grès et des quartzites non fossilifères, mais vis-à-vis du puissant massif granitique du Khakhadian, ainsi que près du confluent de la Falémé et du Sénégal, on trouve des roches éruptives grenues, variées (granites, granulites, microgranulites, roches dioritiques et gabbroïques), en contact avec ces roches sédimentaires.

» Au cours d'un voyage dans le Bambouck, en 1902-1903, j'ai acquis la certitude qu'il existe dans cette région des roches franchement volcaniques; en effet, j'ai trouvé dans les murs en pierre sèche de l'ancien poste fortifié de Sénoudébou (cercle de Bakel) des dalles du trachyte qui fait l'objet de cette Note. Bien que la nécessité de ne pas m'écarter d'un itinéraire déterminé m'ait empêché de rechercher le gisement de cette roche, j'ai la conviction que ce gisement ne saurait être très éloigné de Sénoudébou, à en juger par le nombre des échantillons de trachyte que j'ai remarqués, ainsi que leur parfait état de fraîcheur.

» Ce trachyte est de couleur saumon, léger, sonore, manifestement fluidal. Dans sa pâte fine et légèrement rugueuse sont englobées de très nombreuses petites enclaves de nature variée; on y remarque, en outre, des lithophyses allongées dans le sens de la fluidalité et remplies de minéraux blanchâtres. A l'œil nu, indépendamment de quelques feldspaths légèrement chatoyants, se trouve un minéral bleu pâle, que ses caractères optiques et chimiques permettent d'identifier avec la *noséane*.

» Cette roche renferme des phénocristaux et des microlites; les phénocristaux sont constitués par de l'anorthose finement maclée, un mica brun du groupe de l'*anomite*, une augite à peine colorée et de la noséane en grands cristaux à formes géométriques nettes, dépourvue des inclusions que l'on observe dans ce minéral quand on le ren-

contre dans les phonolites; parmi les microlites, on n'observe que l'anorthose. Tous ces cristaux sont noyés dans une matière isotrope à traînées brunâtres, très contournées, caractéristiques de la structure fluidale de la roche.

» Les lithophyses ont la forme de boutonnières, leurs bords sont garnis par une croûte constituée de cristaux d'anorthose offrant fréquemment une structure sphérolitique; dans la partie interne de ces cavités, on remarque en outre la présence d'une matière monoréfringente de formation postérieure à celle des feldspaths, que sa réfringence inférieure à celle de l'anorthose permet de considérer comme de la sodalite, opinion confirmée d'ailleurs par la quantité notable de chlore déterminée par l'analyse. Ces lithophyses, par la nature des feldspaths de remplissage et la structure de ceux-ci, offrent une très grande analogie avec les pipernos de la Pianura (Champs Phlégréens).

» Les enclaves sont de deux sortes, les unes sont constituées par un trachyte à anorthose très peu augitique, dont la structure est tout à fait comparable à celle des trachytes du mont Olibano dans les Champs Phlégréens; les autres sont basaltiques (labrador, andésine, augite) et n'offrent pas d'intérêt particulier.

» L'analyse en bloc, effectuée sur une matière débarrassée aussi complètement que possible des enclaves étrangères, m'a donné les résultats suivants :

» SiO^2 : 58,9; TiO^2 : 1,0; Al^2O^3 : 18,8; Fe^2O^3 : 2,2; FeO : 1,8; CaO : 2,7; MgO : 3,2; K^2O : 3,5; Na^2O : 6,6; SO^3 : 0,22 (¹); Cl : 0,15; perte au feu : 2,7; total : 101,77. — Densité = 2,44.

» Ces chiffres ne sont donnés qu'à titre d'indication sur la composition chimique de la roche; comme l'élimination mécanique de la totalité des enclaves qu'elle renferme est impossible, il en résulte que la matière analysée ne correspondant pas exactement à la roche déterminée minéralogiquement, fournit des résultats entachés d'erreurs; en particulier, à cause de la présence des petits fragments basaltiques, les teneurs en chaux et en magnésie sont assurément trop fortes, alors que celles en silice et en alcalis sont trop faibles. Cependant ces résultats concordent suffisamment avec les déterminations minéralogiques qui font de la roche de Sénoudébou un *trachyte à noséane* rentrant parmi les trachytes phonolitiques.

» Indépendamment de l'intérêt minéralogique intrinsèque offert par notre roche, qui appartient à un type peu commun, l'étude que je viens d'en faire permet d'établir les faits géologiques suivants :

» 1° Il existe dans la partie occidentale du Soudan français, près de Sénoudébou, des roches volcaniques de types divers.

» 2° Celles-ci comprennent deux types de trachytes alcalins et une roche basaltique.

» 3° Ces trachytes viennent prendre place dans cette ceinture de roches éruptives alcalines dont les recherches modernes montrent tous les jours

---

(¹) Le chlore et l'anhydride sulfurique doivent vraisemblablement être déduits de la perte au feu; en admettant leur entière élimination par suite de la fusion avec CO^3Ca, le total de l'analyse est ramené à 101,4.

l'abondance autour du continent africain ; elles s'intercalent géographiquement entre les syénites néphéliniques de Hassi Aussert à l'ouest de l'Adrar el Tmar et celles de l'île Kassa dans l'archipel de Los, vis-à-vis Konakry. »

PHYSIOLOGIE. — *Augmentation du travail utile des attelages par l'emploi des appareils élastiques de traction.* Note de MM. **Ferrus** et **Machart**, présentée par M. Marey.

« M. Marey a réussi à démontrer, dès 1874, que l'emploi des ressorts de traction procurait une économie de travail assez considérable. Il employait à cet effet un homme attelé à une voiture à bras et lui faisait transporter la même charge, à la même vitesse, sur le même parcours, en employant tantôt une bricole ordinaire, tantôt un appareil élastique de traction. Le travail utile produit étant ainsi constant, la variation du travail moteur indiquée par un dynamomètre enregistreur permettait de mesurer le bénéfice résultant de l'utilisation d'appareils élastiques. M. Marey a trouvé que l'on réalisait ainsi un gain de 20 à 25 pour 100.

» Ces expériences ont été reprises en 1897, à Vincennes, pour les chevaux, par les capitaines Machart et Ferrus de la 19e brigade d'artillerie; mais les procédés ont été différents. La méthode à laquelle M. Marey avait eu recours cessait d'être applicable, en raison de la difficulté de construire et d'employer un dynamomètre enregistreur capable de mesurer les efforts d'un attelage à deux traînant un caisson d'artillerie non suspendu, et en raison de la difficulté de faire produire aux chevaux un travail constant sur les parcours en terrain meuble qui avaient été imposés.

» On désirait d'autre part mesurer, non point l'économie mécanique qui résulte de l'emploi des ressorts, mais l'*économie totale*, due à la répercussion de ces appareils sur l'organisme et notamment à la suppression des chocs douloureux pour les épaules des chevaux. La méthode, à laquelle on a eu recours et qui utilise le procédé dit *de retournement*, consiste à employer en même temps deux attelages A et B placés constamment dans les mêmes conditions, sauf en ce qui concerne le mode d'attelage et le poids traîné et à leur faire produire, pendant un temps t, le maximum de travail utile qu'ils peuvent fournir avec une ration déterminée. Au bout du temps t, on permute les attelages et on leur fait encore produire leur maximum de travail pendant une période égale à la première. La comparaison des quantités de travail *utile* fournies montre l'économie réalisée grâce aux appareils élas-

tiques de traction, sans que cette économie puisse être masquée par l'influence des variations atmosphériques.

» Appelons, en effet, E_a^v, R_b^v les quantités de travail utile fournies pendant la première période de temps t par les attelages A et B (l'attelage A étant muni de traits élastiques), R_a^v et E_b^v les quantités de travail relatives à la deuxième période. Si les conditions atmosphériques n'avaient pas varié, l'augmentation de travail due aux ressorts serait

$$G = E_a^v - R_a^v + E_b^v - R_b^v = E_a^v - R_b^v + E_b^v - R_a^v,$$

mais, dans la réalité, le travail utile des attelages a augmenté ou diminué sous l'influence des variations atmosphériques d'une fraction $\frac{1}{n}$ de sa valeur, de telle sorte qu'au lieu de la quantité G on a obtenu

$$G_1^v = E_a^v - R_b^v + E_b^v - R_a^v \pm \frac{1}{n}(E_b^v - R_a^v) \quad \text{ou} \quad G_1^v = G \pm \frac{1}{n}(E_b^v - R_a^v).$$

Or, si l'on a pris la précaution de choisir des attelages aussi semblables que possible, la quantité $E_a^v - R_b^v$ diffère peu de $E_b^v - R_a^v$, de telle sorte que l'on a approximativement

$$G_1^v = 2(E_a^v - R_b^v) \pm \frac{1}{n}(E_a^v - R_b^v).$$

L'erreur commise ne dépasse donc pas $\frac{1}{2n}$ de la quantité mesurée G, c'est-à-dire vraisemblablement $\frac{1}{8}$ ou $\frac{1}{10}$ dans les circonstances les plus défavorables.

» On s'assure que les attelages donnent bien le maximum de travail *utile* dont ils sont susceptibles en faisant varier leur charge jusqu'à ce que leur poids reste constant, résultat que l'on obtient après quelques tâtonnements. Quant au parcours, on ne peut le faire varier, car les variations correspondantes du travail *automoteur* masqueraient complètement le phénomène à observer.

» On doit, du reste, choisir des chevaux aussi semblables que possible à tous les points de vue, poids, taille, âge, etc.; on leur donne la même ration et on leur fait faire en même temps les mêmes parcours de façon que leur travail *automoteur* soit le même. On les pèse tous les jours.

» Les expériences entreprises dans ces conditions ont été exécutées avec 2, 3, 6 et enfin 24 attelages. Elles ont duré au total 18 mois avec des résultats constamment concordants. La conclusion qui s'en dégage est que pour des attelages à deux de l'artillerie traînant du matériel ordinaire, l'emploi de ressorts de traction convenables permettrait d'augmenter de 20 à 25 pour 100 le poids des voitures, *la longueur des parcours restant la même*.

» En dehors de cette conclusion les expérimentateurs ont pu dégager de leurs observations un certain nombre de résultats intéressants sur le travail des chevaux et notamment sur le travail automoteur et l'utilisation de

la ration. Leur méthode, du reste, peut s'appliquer à la solution d'un grand nombre de questions relatives aux moteurs animés qui présentent au point de vue militaire une si grande importance. »

M. Marey fait suivre la présentation de cette Note des réflexions suivantes :

« Le travail de MM. Ferrus et Machart m'a vivement intéressé en me montrant l'adoption par notre Ministère de la Guerre du système de traction élastique des véhicules, que j'ai déjà proposé il y a 30 ans. Je fournissais, dès cette époque, toutes sortes de preuves expérimentales pour démontrer que les *tracteurs* élastiques économisaient jusqu'à 25 pour 100 du travail moteur et épargnaient en outre, à l'homme ou à l'animal, des compressions et des chocs souvent fort douloureux.

» Les démonstrations expérimentales que j'ai données alors ont été bien comprises à l'étranger et j'ai vu successivement la traction élastique adoptée pour l'artillerie en Danemark, en Suède, en Allemagne, en Autriche. Des essais ont également été faits dans plusieurs stations agronomiques avec des résultats souvent plus favorables que ceux que j'avais obtenus moi-même.

» Comment donc expliquer la résistance que trouve chez nous la démonstration physique d'un fait, dont il serait avantageux de faire l'application? Cela tient, je pense, à une méfiance instinctive chez nos praticiens pour tout ce qui est basé sur une théorie. Pour eux, une démonstration ne vaut que si elle est absolument directe.

» Vous prétendez, disent-ils, que vos *tracteurs* élastiques ménagent les forces du cheval, prouvez-le en montrant que des chevaux munis de traits rigides sont plus vite usés que des chevaux semblables qui ont fait le même service pendant le même temps avec des traits rendus élastiques au moyen du *tracteur*.

» Cette preuve, MM. Ferrus et Machart viennent de la donner; mais quel extraordinaire concours de circonstances n'a-t-il pas fallu pour cela! Il a fallu que deux savants officiers fussent assez confiants dans les démonstrations théoriques pour entreprendre, pendant de longs mois, une série d'expériences délicates et laborieuses afin d'en donner une nouvelle confirmation. Il a fallu les inépuisables ressources du Ministère de la Guerre pour recruter des séries d'attelages rigoureusement pareils entre eux et pour leur faire faire, sous une surveillance de tous les instants, un ser-

vice quotidien exactement pareil. Et puis quelle ingéniosité et quelle persévérance pour varier de maintes façons les conditions expérimentales afin de donner le surcroît de démonstrations exigé!

» Nous nous réjouissons de voir que MM. Ferrus et Machart ont pu démontrer, par l'usure du cheval lui-même, l'excès de travail que l'animal a dû fournir dans l'emploi des traits rigides.

» Mais si ce genre de démonstration parvient à satisfaire les partisans irréductibles des applications pratiques, il a exigé des conditions si difficiles à remplir que personne sans doute ne tentera jamais de le reproduire. Enfin, de l'aveu des auteurs eux-mêmes, leur démonstration met en lumière un résultat global dont elle n'explique pas la production et dont elle ne sépare pas les facteurs multiples : surcroît de travail, chocs douloureux, fatigue nerveuse, etc. »

PHYSIOLOGIE. — *L'apparition des caractères sexuels secondaires est sous la dépendance de la glande interstitielle du testicule.* Note de MM. **P. Ancel** et **P. Bouin**, présentée par M. Alfred Giard.

« Pour chercher à prouver que l'apparition des caractères sexuels secondaires est sous la dépendance de la glande interstitielle du testicule, nous avons ligaturé le canal déférent à des Cobayes et à des Lapins âgés de 15 jours à 9 semaines; nous espérions ainsi empêcher le développement de la glande séminale et du syncytium sertolien sans entraver celui de la glande interstitielle. Les résultats de ces opérations nous ont rapidement démontré que la ligature du canal déférent n'est pas suivie, *chez l'animal jeune,* des effets constatables chez l'adulte. Nos animaux peuvent être répartis en deux groupes au point de vue de ces résultats : chez les uns, la glande séminale s'est développée, puis s'est atrophiée peu à peu après la puberté; chez les autres, le testicule tout entier s'est arrêté dans son évolution. N'ayant pas encore trouvé d'opération qui empêche le développement de la glande séminale chez les animaux jeunes, sans arrêter l'évolution de la glande interstitielle, nous avons dû renoncer momentanément à la démonstration expérimentale que nous cherchions.

» L'étude des testicules des animaux cryptorchides ne pourrait pas non plus servir à prouver que l'apparition des caractères sexuels secondaires est sous la dépendance de la glande interstitielle. En effet, les cryptorchides adultes possèdent des testicules dans lesquels la glande séminale

n'existe pas; ils gardent leurs caractères sexuels secondaires et leur instinct génésique; mais le syncytium sertolien persiste dans leurs canalicules séminifères et nous ne savons pas si leur glande séminale ne se développe pas dans ces testicules pour disparaître ensuite; les choses se passent ainsi chez les animaux jeunes après ligature du canal déférent. L'étude d'un Porc cryptorchide, chez lequel s'est opérée une dissociation entre l'évolution de la glande interstitielle et celle de la glande séminale, nous a permis de trancher la question. Nous avons fait chez cet animal, âgé de 6 mois et demi, les constatations suivantes :

» Ce Porc, cryptorchide abdominal unilatéral, avait été castré à l'âge de 6 semaines. Au moment où nous l'avons examiné, l'animal en question présentait déjà l'aspect général du mâle (derrière grêle et pointu, encolure forte, tête volumineuse). Le tractus génital était bien développé, ainsi que la verge, la prostate, les glandes de Cooper et les vésicules séminales.

» La comparaison entre le pénis et les glandes accessoires chez un jeune cochon et les mêmes organes appartenant à des porcs castrés d'un âge plus avancé (14 mois) montre avec une grande netteté que le tractus génital n'a subi chez notre animal aucun arrêt de développement. Chez lui tous les organes qui constituent le tractus sont de 8 à 10 fois plus volumineux que ceux des castrats. L'examen microscopique montre que, contrairement à ce qui se passe chez les castrats, tous ces organes ont conservé leur intégrité morphologique. Le testicule qui reste est situé dans la région lombaire, il pèse 60^{g}. Les canalicules séminifères ont une lumière étroite, leur paroi est bordée par une rangée unique d'éléments qui sont, comme le démontre l'étude cytologique, de petites et de grandes cellules germinatives. La glande interstitielle est, au contraire, très volumineuse. Elle forme entre les tubes séminifères des traînées beaucoup plus épaisses que les traînées homologues des testicules normaux. En somme, la glande génitale ne s'est pas développée, elle est restée à l'état embryonnaire, tandis que la glande interstitielle a considérablement augmenté de volume. Cette augmentation de volume de la glande interstitielle s'explique aisément; nous avons montré, en effet, que lorsqu'on enlève à un animal un testicule après avoir ligaturé le canal déférent du côté opposé, la glande interstitielle s'hypertrophie seule. L'enlèvement du testicule descendu dans les bourses chez le porc que nous étudions a eu pour résultat d'amener une hypertrophie compensatrice dans la glande interstitielle du testicule restant.

» Nous nous trouvons alors en face des faits suivants : *Arrêt complet dans le développement de la glande séminale qui est restée embryonnaire, hypertrophie compensatrice de la glande interstitielle, développement normal du tractus génital* (verge, corps caverneux et spongieux, glandes de Cooper, prostate, vésicules séminales); *aspect général de l'entier.*

» L'apparition des caractères sexuels secondaires étant, chez les Mammifères, sous la dépendance de la glande génitale, ainsi que le démontre la

castration, et la glande interstitielle étant seule développée chez notre porc cryptorchide unilatéral, nous pouvons conclure :

» *Chez le porc l'apparition des caractères sexuels secondaires est sous la dépendance de la glande interstitielle du testicule.* L'hypertrophie qu'a subie la glande interstitielle renforce singulièrement cette conclusion. »

PHYSIOLOGIE. — *Action de diverses substances sur le glycogène du foie.* Note de MM. **Doyon** et **Kareff**.

« A. *Pilocarpine.* — La pilocarpine diminue ou fait disparaître le glycogène du foie.

» *Conditions expérimentales.* — L'expérience est réalisée chez le chien. On excise un fragment de foie pesant 20g pour un premier dosage de glycogène. On injecte aussitôt dans une veine issue de l'intestin du chlorhydrate de pilocarpine. Après un intervalle déterminé, on prélève un second échantillon de 20g de foie pour un nouveau dosage de glycogène. Les dosages ont été exécutés par la méthode de *Fraenkel-Garnier*.

Expériences.	Quantité de glycogène contenu dans 20g de foie.	g
1. Chien de 10kg. A jeun depuis 24 heures.	Avant l'injection	0,817
	Injection de 0g,1 piloc. dans 10cm³ d'eau. 65 minutes après l'injection	0,247
2. Chienne de 8kg. A jeun.	Avant l'injection	0,329
	Injection de 0g,2 dans 20cm³ d'eau. 65 minutes après l'injection	traces
3. Chien de 9kg,500. A jeun depuis 24 heures.	Avant l'injection	0,917
	Injection de 0g,1 dans 1cm³ d'eau. 30 minutes après l'injection	0,242
4. Expérience témoin. Chien de 13kg. A jeun depuis 24 heures.	Premier échantillon	0,996
	Pas d'injection.	
	Échantillon prélevé 30 minutes après le premier.	0,951

» Parallèlement à la diminution ou à la disparition du glycogène hépatique nous avons vu augmenter le glucose dans le sang artériel.

» B. *Adrénaline.* — L'adrénaline injectée chez le chien dans une veine provenant de l'intestin détermine la diminution et parfois la disparition du glycogène du foie.

» Voici une expérience faite sur un chien de 13kg,500, à jeun depuis 48 heures.

» On a prélevé un premier échantillon de 20g de foie, puis injecté dans une veine intestinale 0g,01 de chlorure d'adrénaline dissous dans 1cm³ d'eau. Après une attente de 30 minutes, on a prélevé un second échantillon de 20g de foie. Le premier échan-

tillon contenait $0^g,61$ de glycogène. Le second a donné un extrait aqueux qui, après séparation des albuminoïdes, ne précipitait pas par l'alcool; avec l'iode, la réaction caractéristique du glycogène était à peine perceptible. »

PHYSIOLOGIE. — *Détermination de la valeur des combustions intraorganiques dans la glande parotidienne du bœuf pendant l'état de repos et l'état d'activité*. Note de MM. **G. Moussu** et **J. Tissot**, présentée par M. Chauveau.

« Nous avons montré dans une Note précédente comment l'écoulement salivaire doit intervenir dans la détermination de la valeur de l'irrigation sanguine dans la glande parotide.

» MM. Chauveau et Kaufman, dans leurs expériences antérieures de détermination de la dépense de la glande parotide et en opérant pendant l'état d'activité physiologique, avaient éprouvé de grandes difficultés provenant de ce que l'animal, une fois opéré, ne mâche le plus souvent que du côté sain, le seul par lequel il sent la salive couler puisqu'on recueille celle de l'autre côté; il essaie quelquefois de mâcher du côté opéré, mais il y renonce assez vite, quand il s'aperçoit que la salive ne vient pas de ce côté. Il faut rappeler en effet que la glande ne fonctionne que du côté où l'animal mâche; on se rend facilement compte alors de la difficulté de l'expérience. Aussi avons-nous, sur les indications de M. Chauveau, renoncé à ce procédé et utilisé l'excitation directe du nerf parotidien, excitation au moyen de laquelle on détermine à volonté chez le bœuf une activité permanente de la glande et sans fatigue pour celle-ci.

» Expérience I. 25 *juillet* 1903. — Vache ardennaise tuberculeuse à un degré assez avancé. Même dispositif expérimental que dans les expériences antérieures. Les deux Tableaux ci-dessous indiquent : le Tableau N° 1, les variations des débits sanguin et salivaire; le Tableau N° 2, la composition des gaz du sang pendant l'état de repos et l'état d'activité.

Tableau N° 1.

Ordre des déterminations.	État de la glande.	Poids de sang veineux écoulé par minute.	Poids de salive écoulée par minute.
		g	g
1	Repos	22,92	0
2	Repos	27,97	0

Prises de sang nos 1 et 2.

Ordre des déterminations.	État de la glande.	Poids de sang veineux écoulé par minute.	Poids de salive écoulée par minute.
		g.	g.
3.	Repos	40,17	0,35
4.	Repos	35,20	0,35
Prises de sang nos 3 et 4.			
5.	Activité	56,83	23,95
6.	Activité	68,48	31,65
7.	Activité	63,83	22,24
8.	Activité	48,78	20,97
9.	Repos	8,48	0,15
10.	Repos	11,47	0,15
11.	Repos	10,18	0,15
Prises de sang nos 5 et 6.			

TABLEAU N° 2.

Ordre des prises.	État de la glande.	Nature du sang.	Volume total de gaz.	CO^2.	O^2.	Az.
1.	Repos	Veineux	59,48	52,2	5,81	1,47
2.		Artériel	63,60	54,09	8,41	1,1
3.	Activité	Veineux	43,17	37,31	4,73	1,13
4.	Activité	Veineux	41,71	35,62	5,12	0,97
5.	Repos	Veineux	52,54	47,80	3,49	1,25
6.		Artériel	58,00	48,15	8,93	0,92

Calcul de la dépense de la glande par minute.

» 1° Pendant le repos :

$$\text{Oxygène entrant} = \frac{\left(\frac{40,17+35,20}{2}\right)\times 8,41}{100} = 3^{\text{cm}^3},17$$

$$\text{Oxygène sortant} = \frac{\left(\frac{40,17+35,20}{2}\right)\times 3,49}{100} = 1^{\text{cm}^3},31$$

$$\text{Dépense} = 3,17 - 1,31 = 1^{\text{cm}^3},86\ (^1).$$

(1) Le calcul est fait : pour l'oxygène entrant, sur les déterminations nos 3 et 4 et l'analyse de sang n° 2; pour l'oxygène sortant, sur les déterminations nos 3 et 4 et l'analyse de sang n° 5.

» 2° Pendant l'activité :

$$\text{Volume de sang entrant} = \text{volume de sang sortant} + \text{volume de salive écoulée}$$
$$= \left(\frac{56,83 + 68,48}{2}\right) + \left(\frac{23,95 + 31,65}{2}\right) = 90,46$$
$$\text{Oxygène entrant} = \frac{90,46 \times 8,41}{100} = 7^{\text{cm}^3},60$$
$$\text{Oxygène sortant} = \frac{\left(\frac{56,83 + 68,48}{2}\right) \times \left(\frac{4,73 + 5,12}{2}\right)}{100} = 3,09$$
$$\text{Dépense} \quad = 7,60 - 3,09 = 5,51 \ (^1).$$

» 3° Excès de dépense dû à l'activité = 4,51 − 1,86 = 2,65. La dépense énergétique, calculée d'après les combustions intraorganiques, est donc deux fois et demie plus considérable pendant l'état d'activité que pendant l'état de repos.

» La dépense, calculée sans tenir compte de la salive écoulée, serait seulement de 2,17, au lieu de 4,51 pendant l'état d'activité, c'est-à-dire qu'elle serait à peine plus considérable que la dépense au repos. Si, d'autre part, nous ne tenions compte ni du débit sanguin, ni de la salive écoulée, comme Cl. Bernard, pour ne considérer que la valeur relative des dépenses, à l'aspect de la composition du sang, on devrait conclure comme lui que les combustions, source de l'énergie dépensée par la glande, sont moins intenses pendant l'activité que pendant le repos. On voit que la conclusion contraire s'impose. Les glandes salivaires dépensent beaucoup plus pendant l'état d'activité que pendant l'état de repos et cette dépense se manifeste par un notable accroissement de l'absorption d'oxygène. L'énergie mise en jeu pendant l'état d'activité des organes a donc toujours pour origine, comme M. Chauveau l'a soutenu, les processus de la combustion lavoisiérienne. »

PHYSIOLOGIE. — *Sur l'excitation des nerfs par décharges de condensateurs.* Note de M. Cluzet, présentée par M. A. Chauveau.

« Dans une Note antérieure (²), j'ai montré comment on obtient l'expression de la durée de la partie utile d'une décharge

$$t = \text{RCL}\,\frac{V_0}{bR}$$

(¹) Dépense calculée sur les déterminations nos 5 et 6 (Tableau n° 1), sur la moyenne des analyses nos 3 et 4 (Tableau n° 2) pour le sang veineux et l'analyse n° 2 pour le sang artériel.

(²) *Comptes rendus*, t. CXXXVII, p. 670.

et, par suite, la loi d'excitation par le condensateur

$$(\alpha) \qquad c(V_0 - bR) = a + bRCL\frac{V_0}{bR}$$

(a et b sont les coefficients de la formule de Weiss, V_0 le potentiel de charge, C la capacité, R la résistance).

» Voici le résultat des mesures effectuées, avec un dispositif expérimental qui sera décrit ailleurs, en vue de vérifier directement l'exactitude des formules précédentes.

» Avec les condensateurs employés, dont les capacités étaient comprises entre 0,0001 et 1 microfarad, les deux membres de l'équation (α), qui représentent la quantité d'électricité utilisée dans les décharges produisant le seuil de l'excitation, ont toujours été trouvés sensiblement égaux.

» *Exemple :* Nerf sciatique de grenouille. — Distance des électrodes, 9^{mm}. — Excitations descendantes.

$a = 0,0003.10^{-6}$ coul.; $b = 0,46.10^{-6}$ amp.; $R = 660.000$ ohms; $bR = 0,30$ volts.

		1	0,1	0,01	0,001	0,0001
C en microfarads		1	0,1	0,01	0,001	0,0001
V_0 en volts		0,32	0,32	0,40	1,00	3,80
$c(V_0 - bR)$	en microcoul.	0,020	0,0020	0,0010	0,00070	0,00035
$a + bRCL\frac{V_0}{bR}$	en microcoul.	0,018	0,0020	0,0011	0,00068	0,00039

» Le coefficient a représente la quantité d'électricité minimum nécessaire à toute décharge pour provoquer l'excitation; il égale encore la quantité d'électricité mise en jeu par la décharge d'un condensateur de capacité infiniment petite et produisant le seuil de l'excitation. Sa valeur, très voisine de la quantité utilisée par une capacité de 0,0001 microfarad, est sensiblement constante pour tous les nerfs frais de grenouille, quelles que soient les conditions expérimentales; elle paraît cependant varier légèrement avec la longueur de la partie du nerf excitée. Dans mes expériences a était compris entre $0,0002.10^{-6}$ et $0,0004.10^{-6}$ coulombs, la distance des électrodes variant entre 20^{mm} et 9^{mm}.

» Toute décharge cesse d'être active quand le potentiel atteint une valeur fixe dépendant de l'excitabilité du nerf et de la résistance du circuit, comme l'indique son expression bR. Ce potentiel minimum est encore le potentiel de charge d'une capacité infinie qui produirait le seuil de l'excitation. Il résulte de mes expériences avec l'interrupteur balistique que cette quantité bR représente en outre le potentiel minimum que doit avoir un courant continu dont la fermeture instantanée provoque le seuil de l'excitation; ce cas est d'ailleurs le même que celui d'une capacité infinie.

» Le coefficient b, qui représente l'intensité minimum nécessaire à l'excitation, a varié dans mes expériences sur la grenouille entre $0,2.10^{-6}$ et $0,8.10^{-6}$ ampère, la distance des électrodes paraissant encore être la cause de ces variations.

» Le quotient $\frac{a}{b}$, qui représente la durée de la partie utile de la décharge donnant l'excitation avec le minimum d'énergie, a des valeurs voisines de $0^s,0008$.

» Au moyen des formules que j'ai établies dans ma précédente Note, on peut déterminer les coefficients a et b par une expérience quelconque si les éléments de la décharge donnant le seuil avec le minimum d'énergie sont connus. C'est ainsi que des expériences publiées par MM. Cybulski et Zanietowski, Waller et Weiss on tire des valeurs voisines de celles que j'ai obtenues directement et qui sont mentionnées plus haut.

» La connaissance des coefficients a et b permet d'avoir la loi d'excitation ($Q = a + bt$) et, par suite, permet de caractériser l'excitabilité d'un nerf; leur mesure au moyen du condensateur donne donc une nouvelle méthode d'électrodiagnostic. On aura a en cherchant la quantité d'électricité mise en jeu par un condensateur de très petite capacité qui produit le seuil de l'excitation; on aura b, soit en divisant par la résistance le potentiel de charge d'une grande capacité produisant le seuil, soit en cherchant l'intensité minimum du courant continu produisant l'excitation par sa fermeture instantanée. »

TÉRATOLOGIE. — *Sur certaines anomalies congénitales de la tête, déterminant une transformation symétrique des quatre extrémités (acrométagenèse).* Note de M. V. Babès, présentée par M. Bouchard.

« Les anomalies congénitales de moindre importance sont supprimées souvent grâce à la tendance innée de l'organisme vers un développement normal. D'autres anomalies restent sans importance, d'autres encore constituent des prédispositions morbides.

» Ainsi j'avais décrit certaines de ces anomalies, comme la présence de deux valvules aortiques au lieu de trois, des cas d'hypoplasies ou de déformations du foie et des reins, de même que des anomalies artérielles, pouvant constituer à un moment donné le point de départ de lésions mortelles. Des anomalies plus étendues encore sont incompatibles avec la vie extra-utérine.

» Cependant, j'ai observé au cours de ces études des anomalies congénitales assez prononcées, compatibles avec la vie et capables de déterminer

une direction vicieuse du développement de l'organisme entier, et surtout des extrémités. Il est vrai que, jusqu'à présent, je n'ai pas rencontré une pareille monstruosité vivante; mais il est probable que certains de ces individus puissent vivre.

» Il y a déjà longtemps que j'ai rencontré des fœtus humains portant des anomalies *identiques à toutes leurs quatre extrémités,* anomalies qu'on ne pouvait pas interpréter comme un simple défaut ou excès de développement. Ainsi on rencontre souvent des fœtus hexadactyles des quatre extrémités; dans notre collection, on voit un monstre micromodus et en même temps hexadactyle des quatre extrémités. Dans un autre cas, l'hexadactylie des mains est accompagnée d'un développement excessif des pouces et des orteils.

» D'autres monstres présentent aux quatre extrémités la même déformation du métatarse et du métacarpe. Dans un cas, il existait six métacarpiens et six métatarsiens, mais seulement deux ou quatre doigts confluents. Nous possédons un spécimen, dans lequel la pérochirie et la péropodie étaient dues à un défaut des os du tarse et des phalanges. Un de nos monstres possède, à chaque extrémité, quatre doigts développés comme ceux des espèces artiodactyles, tandis qu'un autre reproduit, par ses extrémités, le type des périssodactyles; un troisième rappelle, par le mode de développement et l'opposition des pouces, la main du singe anthropoïde, surtout du chimpanzé; enfin, un dernier se rapproche de ces mêmes singes par la conformation entière de ses extrémités, qui, d'ailleurs, ne présentent que quatre doigts. Il n'est pas sans intérêt de remarquer que, dans tous ces cas, l'anomalie est plus accentuée du côté des extrémités supérieures.

» La plupart de ces fœtus sont nés à terme. On pourrait en constituer un groupe distinct, sous le nom de monstres *acrométagénétiques,* chez lesquels les quatre extrémités sont modifiées selon un même plan et affectent souvent les caractères de races ou d'espèces éloignées. Ces anomalies sont d'autant plus intéressantes qu'elles touchent de préférence des parties du corps qui, par la constance de leur développement, toujours le même, ont servi à la détermination et classification de certaines espèces mammifères : les quadrumanes, les artiodactyles, les bidactyles, les périssodactyles, etc.

» *Tous ces monstres sont porteurs en même temps d'une anomalie de la face.* Il s'agit surtout du bec-de-lièvre avec cheilognatie, palatoschisis, même aprosopie ou schisto-prosopie.

» Dans deux cas l'anomalie de la face était due à des adhérences amniotiques, de sorte qu'elle était sans doute primitive et qu'elle avait déterminé la direction vicieuse du développement des quatre membres. De plus, dans un de ces cas il s'est produit un appendice caudal un peu latéral et sans rapport avec la colonne vertébrale. La transformation des extrémités de ce monstre était telle qu'elle rappelait la conformation des extrémités du porc.

» Dans un autre cas, la lésion de la face était provoquée par une sclérose osseuse de la base du crâne et d'une partie de la voûte. Toutes les fissures et tous les trous de la base étaient extrêmement rétrécis; de sorte qu'il y avait une hypogenèse extrême

des globes oculaires et de l'oreille externe et interne gauche. Dans ce cas, justement, il y avait une hexadactylie de toutes les extrémités avec développement excessif du pouce et des orteils.

» Dans un seul de nos cas le défaut de la face était réduit à une simple hypoplasie avec prédominance du côté du nez et hydrocéphalie, accompagnée de micromélie avec hexadactylie des quatre extrémités.

» Un examen attentif de ces malformations de la face laisse voir qu'elles ne sont souvent qu'une conséquence d'autres lésions fœtales de la base du crâne constituées par des adhérences, des scléroses, déplacements ou défauts de conformation.

» *Comme la plupart de ces lésions de la face et de la base du crâne étaient de nature inflammatoire, peut-être spécifiques, ou traumatiques, il n'est pas douteux que c'est ici qu'on doive chercher l'origine de la transformation des membres. Il semble que la lésion principale siège au niveau de l'os sphénoïde et de la glande pituitaire.* En effet, cette glande était mal développée, kystique, ou bien elle manquait complètement. *Il résulte de ces constatations qu'au niveau de la base du crâne il existe une région, dont le dérangement fœtal dans une période peu avancée du développement embryonnaire détermine la transformation de tous les membres dans le sens d'un excès, d'un défaut ou d'une déviation pouvant emporter un changement de certains caractères d'espèce. Il faut nécessairement supposer que dans cette région doit exister un centre, qui préside à la formation normale des extrémités ainsi qu'au maintien de certains caractères de l'espèce en ce qui concerne la formation des extrémités.*

» Comme chez mes monstres il y avait aussi souvent auprès des anomalies plus ou moins prononcées du corps pituitaire des dérangements graves des os, il serait possible que les transformations des membres ne tinssent pas seulement à une lésion de cet organe.

» On sait que l'hexadactylie chez l'homme peut être héréditaire. Comme, d'un autre côté, l'anomalie primitive, traumatique ou inflammatoire, ne se reproduit pas probablement par hérédité, on pourrait supposer qu'une nouvelle race ou espèce puisse se développer d'une manière brusque, partant d'une telle anomalie.

» Sans insister plus longuement sur l'importance des faits constatés dans la transformation des races et des espèces, sur laquelle je me propose de revenir, je termine en concluant : *qu'il existe à la face et surtout à la base du crâne une région qui renferme un centre particulier en rapport intime avec les quatre extrémités et dont le dérangement dans une époque embryonnaire primitive détermine une transformation des quatre membres dans le sens d'un*

excès, d'un défaut ou d'une modification pouvant leur donner certains caractères d'une autre race ou espèce. »

VITICULTURE. — *Sur la destruction de l'œuf d'hiver du Phylloxera par le lysol.* Note de M. G. CANTIN, présentée par M. E.-H. Amagat.

« J'ai l'honneur de soumettre à l'Académie les derniers résultats d'expériences que j'ai entreprises en vue de combattre le Phylloxera par la destruction de l'*œuf d'hiver*.

» Quoique ces expériences aient été entreprises depuis plusieurs années, ce n'est qu'à la suite des constatations faites pendant le cours de cette dernière année 1903, que je crois pouvoir considérer les résultats comme définitifs.

» On connaît depuis longtemps déjà, d'après les remarquables travaux de M. Balbiani, l'importance du rôle que joue l'œuf d'hiver dans l'évolution du Phylloxera, puisqu'il entretient et renouvelle sans cesse la vitalité des colonies souterraines et que tout foyer phylloxérique nouveau a pour origine un œuf d'hiver.

» De nombreuses expériences furent autrefois entreprises en vue de détruire cet œuf d'hiver, mais les substances employées ne donnèrent nulle part de résultats vraiment satisfaisants. Seuls les badigeonnages avec les huiles et goudrons de houille furent efficaces; malheureusement, ils se montrèrent nuisibles à la vigne.

» J'ai eu l'idée de reprendre, à l'aide du lysol, les expériences depuis longtemps abandonnées.

» Mes expériences ont porté sur une vigne située à Chavignol, commune de Sancerre (Cher), très connue dans la région sous le nom de *la Comtesse*, et plantée en cépage blanc, le Sauvignon.

» Cette vigne était alors considérée comme entièrement perdue à brève échéance (une partie en avait même été déjà arrachée), en raison de l'état précaire des racines dont la plupart étaient pourries et dépourvues de radicelles et les autres couvertes de phylloxeras.

» Une autre vigne de même cépage, voisine immédiate de *la Comtesse*, mais dans un bien meilleur état de végétation, fut prise comme témoin ne devant recevoir aucun traitement spécial.

» Sans entrer dans le détail des opérations et des résultats des années précédentes (les traitements commencés en 1900 ont consisté en badigeonnages des souches avec une solution à 5 pour 100 de lysol, effectués en hiver), je dirai seulement que ces résultats furent, d'année en année, plus encourageants, et que, en fin de cette dernière

année 1903, ils me permettent de considérer ma vigne comme entièrement sauvée et ramenée à son ancienne prospérité.

» En effet, pendant tout le cours de 1903, la vigne s'est maintenue dans un état de végétation ne laissant rien à désirer; les sarments ont parfaitement aoûtés et les feuilles sont restées sur la vigne plus tard que sur aucune des autres vignes de la région; la récolte a été, chaque année, en progression constante, correspondant avec l'amélioration de la vigne elle-même et est devenue aujourd'hui normale.

» La partie qui avait été arrachée avant les traitements a été, dès la première année, replantée en plant de même cépage, non greffé; elle est actuellement en très bon état de vigueur et n'a subi aucune atteinte de phylloxera.

» De plus, les recherches faites à diverses reprises, au pied de nombreuses souches, ont montré partout un chevelu jeune et abondant, sans aucune trace de pigines ni de nodosités phylloxériques.

» Par contre, la vigne témoin, qui n'a pas reçu de traitement spécial, a complètement dépéri; elle n'a eu, cette dernière année, qu'une végétation insignifiante, n'a gardé aucune de ses feuilles et va être définitivement arrachée cet hiver.

» Il me paraît également intéressant de signaler une autre expérience que j'ai cru devoir tenter. Elle a consisté dans la replantation en plant français non greffé (pinot noir) d'un nouveau terrain, immédiatement après l'arrachage d'une vieille vigne, entièrement phylloxérée et ne donnant plus aucune récolte.

» Malgré les conditions aussi défectueuses que possible du terrain, encore saturé de phylloxera, cette vigne nouvelle a parfaitement prospéré; la végétation en 1903 a été très belle, le bois bien aoûté et les racines examinées ont, toutes, présenté un chevelu sain et abondant. Le seul traitement spécial qu'elle reçoit, chaque hiver, consiste dans une pulvérisation des souches et des échalas avec une solution lysolée à 4 pour 100.

» Or, la théorie de l'influence de l'œuf d'hiver sur la régénération et la vitalité des colonies souterraines étant admise, je crois pouvoir attribuer la guérison aujourd'hui bien certaine de ma vigne à la destruction de cet œuf d'hiver par mon traitement au lysol, à sa non-éclosion et, par suite, à l'empêchement d'une invasion des racines par des colonies nouvelles, en même temps qu'à la disparition, par épuisement, des colonies souterraines anciennes.

» *En résumé*, le traitement d'hiver au lysol m'a permis : 1° de ramener à un état de prospérité complète une vigne considérée comme entièrement perdue et qui, sans ce traitement, serait certainement arrachée aujourd'hui, ainsi que le prouve l'état de la vigne témoin qui est absolument morte; 2° de maintenir indemne et de conserver en bel état de végétation et de production une vigne reconstituée en cépage français dans un terrain entièrement phylloxéré. »

M. **Th. Tommasina** adresse une Note intitulée : « Curieux effet produit, par les variations d'intensité d'un champ magnétique, sur l'air rendu conducteur par une flamme ».

M. **Emm. Pozzi-Escot** adresse un Mémoire ayant pour titre : « Remarques sur le dosage de l'alcool par la méthode de Nicloux dans les solutions très diluées ».

M. **Joseph Serra-Carpi** adresse une Note ayant pour titre : « Méthode pour déterminer la température moyenne d'une localité, pendant une longue période de temps, avec un évaporimètre à alcool ».

A 4 heures un quart l'Académie se forme en Comité secret.

La séance est levée à 5 heures.

G. D.

ERRATA.

(Séance du 28 décembre 1903.)

Note de M. *André Delebecque*, Sur les lacs de la haute Engadine :

Page 1311, ligne 20, *au lieu de* Sept-Eaux, *lisez* Sept-Laux.
Page 1312, ligne 14, *au lieu de* Malaja, *lisez* Maloja.

(Séance du 11 janvier 1904.)

Note de M. *d'Ocagne*, Sur la résolution nomographique des triangles sphériques :

Page 72, ligne 4, *au lieu de* $x = \pi - B$, *lisez* $x = \pi - B_1$.

N° 3.

TABLE DES ARTICLES. (Séance du 18 janvier 1904.)

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

MÉMOIRES PRÉSENTÉS.

CORRESPONDANCE.

N° 3.

SUITE DE LA TABLE DES ARTICLES.

PARIS. — IMPRIMERIE GAUTHIER-VILLARS,
Quai des Grands-Augustins, 55.

Le Gérant : Gauthier-Villars.

1904.

PREMIER SEMESTRE.

COMPTES RENDUS

HEBDOMADAIRES

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES

PAR MM. LES SECRÉTAIRES PERPÉTUELS.

TOME CXXXVIII.

N° 4 (25 Janvier 1904).

PARIS,

GAUTHIER-VILLARS, IMPRIMEUR-LIBRAIRE

DES COMPTES RENDUS DES SÉANCES DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES,

Quai des Grands-Augustins, 55.

1904

RÈGLEMENT RELATIF AUX COMPTES RENDUS

ADOPTÉ DANS LES SÉANCES DES 23 JUIN 1862 ET 24 MAI 1875

Les *Comptes rendus hebdomadaires des séances de l'Académie* se composent des extraits des travaux de ses Membres et de l'analyse des Mémoires ou Notes présentés par des savants étrangers à l'Académie.

Chaque cahier ou numéro des *Comptes rendus* a 48 pages ou 6 feuilles en moyenne.

26 numéros composent un volume.

Il y a deux volumes par année.

ARTICLE 1er. — *Impression des travaux de l'Académie.*

Les extraits des Mémoires présentés par un Membre ou par un associé étranger de l'Académie comprennent au plus 6 pages par numéro.

Un Membre de l'Académie ne peut donner aux *Comptes rendus* plus de 50 pages par année.

Toute Note manuscrite d'un Membre de l'Académie ou d'une personne étrangère ne pourra paraître dans le *Compte rendu* de la semaine que si elle a été remise le jour même de la séance.

Les Rapports ordinaires sont soumis à la même limite que les Mémoires; mais ils ne sont pas compris dans les 50 pages accordées à chaque Membre.

Les rapports et Instructions demandés par le Gouvernement sont imprimés en entier.

Les extraits des Mémoires lus ou communiqués par les Correspondants de l'Académie comprennent au plus 4 pages par numéro.

Un Correspondant de l'Académie ne peut donner plus de 32 pages par année.

Les *Comptes rendus* ne reproduisent pas les discussions verbales qui s'élèvent dans le sein de l'Académie; cependant, si les Membres qui y ont pris part désirent qu'il en soit fait mention, ils doivent rédiger, séance tenante, des Notes sommaires, dont ils donnent lecture à l'Académie avant de les remettre au Bureau. L'impression de ces Notes ne préjudicie en rien aux droits qu'ont ces Membres de lire, dans les séances suivantes, des Notes ou Mémoires sur l'objet de leur discussion.

Les Programmes des prix proposés par l'Académie sont imprimés dans les *Comptes rendus*, mais les Rapports relatifs aux prix décernés ne le sont qu'auta que l'Académie l'aura décidé.

Les Notices ou Discours prononcés en séance p blique ne font pas partie des *Comptes rendus*.

ARTICLE 2. — *Impression des travaux des Savants étrangers à l'Académie.*

Les Mémoires lus ou présentés par des personn qui ne sont pas Membres ou Correspondants de l'Ac démie peuvent être l'objet d'une analyse ou d'un ré sumé qui ne dépasse pas 3 pages.

Les Membres qui présentent ces Mémoires so tenus de les réduire au nombre de pages requis. I Membre qui fait la présentation est toujours nomm mais les Secrétaires ont le droit de réduire cet Extra autant qu'ils le jugent convenable, comme ils le fo pour les articles ordinaires de la correspondance offi cielle de l'Académie.

ARTICLE 3.

Le *bon à tirer* de chaque Membre doit être remis l'Imprimerie le mercredi au soir, ou, au plus tard, jeudi à 10 heures du matin; faute d'être remis à temp le titre seul du Mémoire est inséré dans le *Compte rend* actuel, et l'extrait est renvoyé au *Compte rendu* su vant et mis à la fin du cahier.

ARTICLE 4. — *Planches et tirage à part.*

Les *Comptes rendus* ne contiennent ni planches, figures.

Dans le cas exceptionnel où des figures seraie autorisées, l'espace occupé par ces figures compter pour l'étendue réglementaire.

Le tirage à part des articles est aux frais des au teurs; il n'y a d'exception que pour les Rapports les Instructions demandés par le Gouvernement.

ARTICLE 5.

Tous les six mois, la Commission administrative fai un Rapport sur la situation des *Comptes rendus* aprè l'impression de chaque volume.

Les Secrétaires sont chargés de l'exécution du pré sent Règlement.

Les Savants étrangers à l'Académie qui désirent faire présenter leurs Mémoires par MM. les Secrétaires perpétuels sont priés de le déposer au Secrétariat au plus tard le Samedi qui précède la séance, avant 5h. Autrement la présentation sera remise à la séance suivante

ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 25 JANVIER 1904,

PRÉSIDENCE DE M. MASCART.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur certaines solutions doublement périodiques de quelques équations aux dérivées partielles.* Note de M. **Émile Picard**.

« 1. L'étude des solutions périodiques des équations différentielles linéaires ordinaires a fait depuis longtemps l'objet de bien des recherches, et tout récemment, dans une thèse intéressante (*Randwertaufgaben bei gewöhnlichen Differentialgleichungen*; Göttingen, 1903), M. Mason est arrivé à d'importants résultats, en prenant comme point de départ la remarquable méthode de M. Freedholm pour la résolution de certaines équations fonctionnelles. A cause de l'actualité de ce genre de questions, je crois donc utile de rappeler, en les complétant, certains résultats, que j'ai précédemment obtenus, relatifs aux solutions doublement périodiques de quelques équations aux dérivées partielles du second ordre.

» 2. Je me suis proposé (*Bulletin de la Société mathématique*, t. XXVIII, 1900, p. 186) la question suivante :

» *Étant donnée l'équation*

$$\frac{\partial^2 u}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 u}{\partial y^2} = k^2 u \qquad (1)$$

(où k^2 est une constante positive), trouver l'intégrale u de cette équation, admettant la période a pour x et b pour y, bien déterminée et continue, sauf en certains points (α_i, β_i) et leurs homologues dans tous les parallélogrammes de périodes, où u possède un infini logarithmique caractérisé par un coefficient donné. Cette intégrale est unique. *A cause de la forme linéaire de l'équation, il suffira de considérer le cas d'un seul point singulier (α, β).*

» On trouve alors la solution suivante, en supposant, comme il est per-

mis, $k^2 = 1$. Posons

$$\Theta(z, x, y) = \sum_{m=-\infty}^{m=+\infty} \sum_{n=-\infty}^{n=+\infty} e^{z\sqrt{(x-\alpha-ma)^2+(y-\beta-nb)^2}};$$

cette fonction est définie pour z négatif. Formons alors l'expression

$$u(x, y) = \int_{-\infty}^{-1} \frac{\Theta(z, x, y)\, dz}{\sqrt{z^2-1}}.$$

Ce sera l'intégrale cherchée, doublement périodique, et continue sauf aux points $(\alpha + ma, \beta + nb)$, où elle devient infinie d'une manière logarithmique avec un coefficient facile à calculer.

» 3. Le problème précédent est susceptible d'être généralisé. Envisageons l'équation

$$\frac{\partial^2 u}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 u}{\partial y^2} = \mathrm{A}(x, y) . u,$$

où $\mathrm{A}(x, y)$ est une fonction continue toujours *positive* de x et y avec les périodes a pour x et b pour y.

» Il ne peut exister qu'une seule intégrale u de cette équation, doublement périodique avec les périodes a et b, bien déterminée et continue, sauf en certains points (α_i, β_i) et leurs homologues, où u possède des infinis de type logarithmique, caractérisés par des coefficients donnés. L'existence de cette intégrale peut se démontrer directement, en modifiant convenablement les procédés suivis par M. Schwarz dans la théorie des fonctions d'une variable complexe.

» Le problème précédent n'est d'ailleurs qu'un cas particulier d'un problème que j'ai traité antérieurement dans une Note (¹) : *Sur l'équilibre calorifique d'une surface fermée rayonnant au dehors*. La question ci-dessus revient au cas particulier de l'équilibre calorifique sur un *tore*, pour lequel le pouvoir émissif varie suivant une loi convenable, reliée à $\mathrm{A}(x, y)$ d'une manière simple. Les infinis logarithmiques correspondent visiblement aux sources de chaleur.

» 4. Un problème d'une tout autre nature, relatif aux solutions pério-

---

(¹) *Sur l'équilibre calorifique d'une surface fermée rayonnant au dehors* (*Comptes rendus*, 5 juin 1900). Pour plus de détails sur la nature des singularités on pourra consulter ma Note des *Comptes rendus*, 2 juin 1903.

diques, se pose évidemment pour une équation

$$\frac{\partial^2 u}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 u}{\partial y^2} + f(x, y)u = 0,$$

$f(x, y)$ étant une fonction continue doublement périodique, et de signe d'ailleurs quelconque : c'est la recherche, quand elles existent, des solutions doublement périodiques *partout continues*. De telles solutions n'existent pas en général. Il n'est pas douteux que la méthode de M. Freedholm, à laquelle j'ai fait plus haut allusion, s'adaptera très bien à cette question.

» 5. Un problème analogue à celui des paragraphes 2 et 3 se pose pour d'autres équations que des équations linéaires. Soit l'équation

$$\frac{\partial^2 u}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 u}{\partial y^2} = A(x, y)e^u,$$

où $A(x, y)$ est une fonction *positive*, toujours continue, et de périodes a et b. Une solution doublement périodique (aux périodes a et b) de cette équation est complètement définie par ses points singuliers logarithmiques $O_1, O_2, \ldots, O_n$ et les coefficients correspondants dans un parallélogramme de périodes. Au point singulier O_i, l'intégrale doit devenir infinie comme

$$\alpha_i \log r_i \qquad [r_i \text{ étant la distance du point } (x, y) \text{ au point } O_i].$$

» On suppose, en outre, que

$$\alpha_i > -2,$$

et enfin on doit avoir pour les n coefficients relatifs aux n points singuliers,

$$\alpha_1 + \alpha_2 + \ldots + \alpha_n < 0.$$

» Sous ces conditions, l'intégrale est complètement déterminée. Ceci résulte des méthodes suivies dans mes études relatives à l'équation $\Delta u = e^u$ sur une surface fermée ([1]). La surface fermée correspondant au problème précédent se réduit manifestement à un tore.

» Ces exemples particuliers suffisent à montrer la variété des questions qui peuvent se poser dans l'étude des équations aux dérivées partielles à coefficients doublement périodiques. »

([1]) *Journal de Mathématiques*, 1893. Voir aussi mon Mémoire sur ce sujet (*Bulletin des Sciences mathématiques*, 1900, p. 196), qui complète sur quelques points essentiels le travail précédent.

PHYSIQUE. — *Sur la lumière émise spontanément par certains sels d'uranium.* Note de M. **Henri Becquerel.**

« On sait que l'uranium et les sels de ce métal sont les premiers corps dans lesquels on a reconnu la radioactivité; puis les mêmes phénomènes ont été observés avec le thorium, et enfin les corps très actifs, le polonium et le radium, ont puissamment contribué aux progrès rapides de nos connaissances dans le nouvel ordre de phénomènes.

» L'étude des propriétés des corps faiblement actifs nous montre progressivement que, même si le radium n'eût pas été découvert, les corps antérieurement connus nous auraient appris, plus lentement il est vrai, la plupart des faits que nous connaissons aujourd'hui.

» Dans cet ordre d'idées je rappellerai seulement que l'existence d'un rayonnement spontané et continu, ainsi que les méthodes pour l'observer ont été révélées par l'uranium, qui nous eût fait connaître plus tard la distinction entre les rayons β et les rayons γ, ainsi que l'activation temporaire dans les solutions; le thorium, qui émet les trois espèces de radiations α, β et γ, a fait voir pour la première fois l'émanation, au moment où le radium montrait la radioactivité induite.

» L'émission d'énergie sous forme de lumière et de chaleur n'avait été reconnue jusqu'ici qu'avec le polonium et le radium.

» L'observation que je communique aujourd'hui à l'Académie montre que certains sels d'uranium émettent de la lumière d'une manière continue et avec une intensité que leur faible radioactivité ne faisait pas prévoir.

» Certains sels d'uranium sont spontanément lumineux dans l'obscurité, et l'intensité de la lumière émise paraît demeurer indéfiniment constante. Les sels qui présentent ce phénomène avec la plus grande intensité sont ceux dont la phosphorescence à la lumière est la plus intense.

» Avec certains d'entre eux le phénomène est tellement net, qu'on se demande comment il n'a pas été observé accidentellement depuis longtemps.

» Le sel d'uranium, qui a montré l'émission lumineuse la plus intense, est le sulfate double d'uranyle et de potassium; diverses préparations de ce sel double, inégalement phosphorescentes à la lumière, sont aussi inégalement lumineuses à l'obscurité. Des préparations anciennes de sulfates doubles d'uranyle et de sodium ou d'ammoniaque sont presque aussi lumineuses. Des cristaux de chlorure double d'uranyle et de potassium et une

préparation d'oxalate d'uranyle et d'ammoniaque émettent une faible lueur.

» Le nitrate d'urane cristallisé du commerce est très nettement lumineux. D'autres produits, phosphates ou oxydes d'urane, ou des sels uraneux, qu'ils soient phosphorescents ou non phosphorescents à la lumière, n'ont pas émis de lueurs appréciables dans les conditions des expériences actuelles.

» Pour percevoir ces lueurs, il importe que l'œil de l'observateur soit reposé par un long séjour à l'obscurité; on doit signaler, en outre, ce fait que de très petites quantités de matières lumineuses peuvent ne pas être perceptibles, tandis que des masses un peu notables des mêmes matières deviennent visibles. Lorsque les lueurs émises sont extrêmement faibles, on peut les percevoir en approchant les corps qui les émettent, très près de l'œil et latéralement.

» L'émission de lumière dont il est question est spontanée et continue; elle présente tous les caractères d'un effet produit par la radioactivité de l'uranium.

» Des cristaux de sulfate double d'uranyle et de potassium qui viennent d'être exposés au rayonnement intense d'un arc électrique ou à celui d'un sel de radium, examinés quelques instants après à l'obscurité, ne sont pas plus lumineux que des cristaux maintenus depuis longtemps à l'abri de la lumière. J'ai pu faire cette comparaison avec des lamelles cristallines de sulfate double d'uranyle et de potassium provenant d'une préparation qui avait servi à nos premières expériences de radioactivité au commencement de l'année 1896 et qui étaient restées enfermées depuis 8 ans à l'abri de toute excitation lumineuse. On sait, du reste, par les expériences de mon père, que la persistance de la phosphorescence excitée par la lumière dans les sels d'uranium ne dure que pendant une petite fraction de seconde.

» Des sels d'uranium spontanément lumineux, placés sur un morceau d'uranium métallique, n'ont pas paru émettre des lueurs plus intenses.

» La luminosité spontanée et permanente semble donc due à la phosphorescence excitée sur le sel actif lui-même par le rayonnement qu'émet la molécule d'uranium qu'il contient. Cette interprétation est d'accord avec le fait que les substances dont la phosphorescence est la plus intense sous l'action de la lumière sont aussi celles dont la luminosité spontanée est la plus intense.

» Le spectre des lueurs émises doit vraisemblablement être constitué par les mêmes bandes qui caractérisent le spectre d'émission par phosphorescence de chaque produit. La faible intensité des lueurs n'a pas permis,

jusqu'ici, de faire cette comparaison; mais si l'on vient à exciter la phosphorescence par le rayonnement du radium, la lumière émise est alors assez intense pour qu'on puisse reconnaître, au spectroscope, les deux bandes lumineuses les plus fortes du spectre de phosphorescence du sulfate double d'uranyle et de potassium.

» Une estimation photométrique approximative a montré que l'intensité de la lueur émise spontanément par le sulfate double d'uranyle et de potassium était environ vingt mille fois plus faible que celle de la lumière émise par une préparation de chlorure de radium, dont l'activité est environ un million de fois plus grande que l'activité du sel d'uranium. L'ordre de grandeur des effets lumineux n'est donc pas le même que celui des effets du rayonnement extérieur sur l'ionisation de l'air.

» La lumière émise par le sel d'uranium doit être attribuée à l'effet d'un rayonnement moléculaire, mais on peut se demander si l'intensité relativement grande de cette lumière est le fait d'une intensité particulièrement grande de la partie de ce rayonnement qui provoque le phénomène lumineux, ou si elle résulte d'une qualité exceptionnelle de luminosité de la substance.

» Si l'on compare à la lueur émise spontanément par le sulfate double d'uranyle et de potassium, la lumière qu'émet la même substance au contact d'un petit tube de verre très mince contenant le chlorure de radium cité plus haut, enveloppé d'une mince feuille d'aluminium battu, on trouve, pour des surfaces lumineuses égales, que le rapport des intensités est environ 49000, c'est-à-dire plus du double du rapport obtenu dans la comparaison avec la luminosité propre du sel de radium.

» On sait, d'autre part (¹), que la phosphorescence du sulfate double d'uranyle et de potassium est principalement excitée par les rayons β; il en résulte que la présence du mince tube de verre diminue relativement peu l'excitation; mais cependant, si l'on tient compte de l'énorme différence qui doit exister entre l'effet d'un rayonnement moléculaire et celui d'un rayonnement agissant à distance, celle-ci fût-elle d'une fraction de millimètre, on voit que l'intensité du phénomène spontané, dans le sel d'uranium, pourrait, en grande partie, s'expliquer par la luminosité exceptionnelle de cette substance.

» Cette conclusion repose toutefois sur une hypothèse et l'étude plus approfondie du phénomène ne peut manquer d'intérêt.

(¹) *Comptes rendus*, t. CXXXVII, p. 632.

» Peut-être aussi cette émission lumineuse doit-elle être invoquée dans l'explication de diverses anomalies observées avec les sels d'urane, au début de mes recherches sur les rayons pénétrants émis par ces substances. »

MÉDECINE. — *Nouvelles observations sur* Piroplasma Donovani *Lav. et Mesn.* Note de MM. **A. Laveran** et **F. Mesnil.**

« Nous avons communiqué à l'Académie, dans la séance du 7 décembre dernier (*Comptes rendus,* t. CXXXVII, p. 957), nos observations sur un Protozoaire parasite, découvert par Leishman et Donovan dans le sang de la rate d'individus de l'Inde (Dum-Dum et Madras) souffrant d'une fièvre rémittente irrégulière.

» Nous avons nommé ce Protozoaire *Piroplasma Donovani.* Aprés avoir dit pourquoi nous regardions certaines formes observées comme endoglobulaires, nous ajoutions : « Cette existence de formes endoglobulaires suggère l'idée que les parasites doivent, à un moment donné, se trouver » dans la circulation périphérique ». A notre demande, le Dr Donovan a bien voulu accorder une attention spéciale à cette recherche des parasites du sang périphérique. Jusqu'à ces temps derniers, il n'avait trouvé que des figures douteuses. Pour qui connaît la marche des piroplasmoses en général, surtout des formes chroniques à marche lente, ce résultat négatif n'avait rien de très étonnant et il n'excluait pas notre manière de voir.

» Le Dr Donovan a persévéré dans ses recherches, et il nous annonce qu'il vient de trouver, dans le sang périphérique d'un nouveau cas, des formes endoglobulaires qui lui paraissent présenter quelque ressemblance avec celles du genre *Piroplasma.* C'est seulement, dit-il, quand la température atteint 39° à 39°,5 que ces formes se présentent, en petite quantité d'ailleurs (1). Le Dr Donovan nous a envoyé, à l'appui de sa découverte, plusieurs aquarelles et une préparation colorée sur laquelle nous avons pu faire les constatations suivantes :

» Les Hématozoaires sont rares; il faut souvent parcourir plusieurs champs (avec l'oculaire n° 1 et l'objectif à immersion $\frac{1}{16}$ de Vérick) pour trouver un parasite.

---

(1) Le Dr Donovan avait déjà vu auparavant des formes semblables dans d'autres cas, mais avait hésité à les identifier au piroplasme.

» Les piroplasmes sont le plus souvent endoglobulaires, mais ils se rencontrent aussi à l'état libre.

» Les parasites, endoglobulaires ou libres, sont petits, plus petits que ceux qu'on trouve dans les frottis de rate; leur forme est régulièrement sphérique ou ovalaire; ils ne mesurent guère que 1^{μ} à $1^{\mu}\frac{1}{2}$ de diamètre. La karyosome est petit, toujours à la circonférence, arrondi ou allongé.

» Dans une hématie, nous avons vu deux parasites encore unis, provenant évidemment d'une bipartition.

» On ne trouve pas ici, comme dans les éléments examinés dans les frottis de rate, un karyosome accessoire à côté du karyosome principal, mais il faut tenir compte de ce fait qu'il s'agit, dans le sang, d'éléments parasitaires très jeunes. Déjà nous avons signalé, dans notre Note antérieure, que la structure nucléaire des éléments en bipartition ou en multipartition est plus simple que celle des éléments arrivés à leur développement complet.

» Les hématies contenant de petits parasites ne sont pas altérées, contrairement à ce qui arrive pour les hématies contenant des parasites plus développés que l'on trouve dans les frottis de rate.

» Les petites formes endoglobulaires de *P. Donovani* ont une évidente ressemblance avec les petites formes de l'Hématozoaire du paludisme, mais il existe des caractères différentiels qui nous paraissent suffisants pour éviter la confusion. Les petites formes de *Hæmamœba malariæ* ont des noyaux vacuolaires dont la structure diffère de celle des noyaux de *Piroplasma Donovani;* les karyosomes des premiers de ces éléments, assez gros et facilement colorables, ne ressemblent pas aux karyosomes des seconds. A côté des petites formes de *H. malariæ*, on trouve le plus souvent des éléments plus grands, dépassant notablement le volume des *P. Donovani* tels qu'ils se présentent dans le sang de la grande circulation.

» Les *P. Donovani* libres ne seront pas confondus avec les hématoblastes dont les contours sont moins nets et dans lesquels le karyosome ne se distingue pas facilement du protoplasme, comme cela a lieu pour les éléments parasitaires en question.

» Cette fièvre de l'Inde à protoplasmes paraît assez répandue dans la région de Madras; depuis 6 mois que Donovan l'étudie d'une façon spéciale, il en a observé 23 cas. La mortalité est très grande. Dans les derniers jours, les malades sont souvent pris de diarrhée.

» Ross et Donovan avaient été frappés des ressemblances de cette maladie avec le *Kala-azar* ou fièvre noire de la vallée du Brahmapoutre. L'étio-

logie de cette meurtrière maladie était encore très obscure naguère. On l'a rapportée à l'Ankylostomiase (Giles), au Paludisme (Rogers, Ross), à la fièvre de Malte (Bentley), à un parasite spécial encore inconnu (Manson). Il semble bien que ce parasite soit *Piroplasma Donovani*. Le Dr C.-A. Bentley vient, en effet, à la date du 23 décembre 1903, de télégraphier au Dr Donovan en ces termes : « Corps semblables à ceux décrits par Leishman et » vous trouvés *intra vitam* dans le Kala-azar ». Le Dr Donovan a bien voulu nous communiquer ce télégramme.

» Le *Piroplasma Donovani* est donc l'agent d'une maladie fébrile très répandue dans l'Inde. »

NOMINATIONS.

L'Académie procède, par la voie du scrutin, à la nomination d'un Correspondant pour la Section de Médecine et de Chirurgie, en remplacement de M. *Laveran*, élu Membre titulaire dans la même Section.

Au premier tour de scrutin, le nombre des votants étant 47,

M. Calmette obtient	. . . .	40 suffrages
M. Yersin »	. . . .	4 »
M. Pitres »	. . . .	1 »

Il y a deux bulletins blancs.

M. Calmette, ayant réuni la majorité absolue des suffrages, est élu Correspondant de l'Académie.

MÉMOIRES PRÉSENTÉS.

M. Prafulla Chandra Rây soumet au jugement de l'Académie un Mémoire « Sur le nitrite mercureux ».

(Renvoi à la Section de Chimie.)

M. Darget adresse une réclamation de priorité relative à « l'impression photographique d'effluves humains ».

(Renvoi à la Section de Médecine et de Chirurgie.)

CORRESPONDANCE.

M. le **Secrétaire perpétuel** signale, parmi les pièces imprimées de la Correspondance :

1° Un Ouvrage de M. *Foureau* intitulé : « Documents scientifiques de la mission saharienne : mission Foureau-Lamy; d'Alger au Congo par le Tchad ». (Présenté par M. Grandidier.)

2° Un Ouvrage de MM. *E. Sartiaux* et *M. Aliamet* ayant pour titre : « Principales découvertes et publications concernant l'Électricité, de 1562 à 1900 ». (Présenté par M. Mascart.)

M. **J. Giraud** adresse ses remercîments à l'Académie pour la distinction dont ses travaux ont été l'objet dans la dernière séance publique.

PHYSIQUE. — *Examen des gaz occlus ou dégagés par le bromure de radium.* Note de MM. **Dewar** et **Curie**, présentée par M. Deslandres.

« Un échantillon de $0^g,4$ de bromure de radium pur desséché a été laissé pendant 3 mois dans une ampoule de verre communiquant avec un petit tube de Geissler et un manomètre à mercure. On avait, au début de l'expérience, fait un vide très parfait dans tout l'appareil. Durant ces 3 mois, il s'est produit spontanément dans l'appareil un dégagement de gaz proportionnel au temps (à raison de 1^{cm^3} de gaz à la pression atmosphérique pendant chaque mois). L'examen spectroscopique au moyen du tube de Geissler indiquait seulement la présence de l'hydrogène et celle de la vapeur de mercure. On peut admettre qu'en introduisant le sel dans l'appareil on a en même temps introduit une petite quantité d'eau, et que celle-ci a été décomposée peu à peu sous l'influence du radium (Giesel).

» Le même échantillon de bromure de radium a été transporté en Angleterre dans le laboratoire de M. le professeur Dewar à la *Royal Institution*, dans le but de mesurer le dégagement de chaleur à la température d'ébullition de l'hydrogène liquide (¹). Là, le bromure de radium a été trans-

(¹) Nous présenterons prochainement à l'Académie les résultats obtenus dans ces expériences.

porté dans une ampoule en quartz, munie d'un tube de même substance. On a fait le vide dans l'ampoule, puis on a chauffé le tube de quartz au rouge, jusqu'à fusion du bromure de radium; on a continué à faire le vide, et l'on a recueilli à l'aide de la pompe à mercure les gaz occlus dégagés pendant la chauffe. Les gaz aspirés traversaient, avant d'arriver à la pompe, trois petits tubes de verre en U plongés dans l'air liquide qui retenaient la plus grande partie de l'émanation du radium et les gaz les moins volatils.

» Les gaz aspirés à la pompe à mercure et recueillis dans une éprouvette en verre sur le mercure ont été examinés par M. Dewar. Ces gaz occupaient un volume de $2^{cm^3},6$ à la pression atmosphérique; ils avaient entraîné une partie de l'émanation du radium, et ils étaient radioactifs et lumineux. La *lumière propre* émise par l'éprouvette contenant les gaz a donné, après 3 jours d'exposition avec un spectroscope photographique en quartz, un spectre discontinu : il consiste en trois lignes coïncidant avec l'origine des trois bandes principales de l'azote 3800, 3580 et 3370 (¹). Pendant ces 3 jours le tube de verre a pris une teinte violet foncé, et la moitié du volume du gaz a été absorbée.

» En faisant passer l'étincelle au travers des gaz transportés dans un tube de Geissler on a aussi obtenu au spectroscope les bandes de l'azote. En condensant l'azote dans l'hydrogène liquide, le vide est devenu grand dans le tube de Geissler, et l'étincelle indiquait alors la présence de l'azote et pas autre chose.

» Le tube de quartz contenant le bromure de radium fondu et privé de tous les gaz occlus a été scellé à l'aide du chalumeau oxhydrique, pendant que l'on faisait le vide, et ramené à Paris. M. Deslandres a bien voulu l'examiner au point de vue spectroscopique (20 jours environ après la fermeture du tube). M. Deslandres nous prie d'annoncer que le gaz intérieur, illuminé par une bobine de Ruhmkorff, à l'aide de deux petites gaines de papier d'étain recouvrant extérieurement les deux bouts du tube, a donné le *spectre entier de l'hélium;* il n'y a pas eu d'autres raies que celles de ce gaz après une pose de 3 heures avec un spectroscope photographique en quartz (²).

» La lumière propre émise spontanément par le tube de radium (sans la

---

(¹) Ces résultats sont à rapprocher de ceux trouvés par M. et Mme Huggins qui ont montré que le spectre de la lumière propre émise spontanément par les sels de radium dans l'air est constitué par les bandes de l'azote.

(²) Ce résultat est en accord avec ceux obtenus par M. Ramsay sur la production de l'hélium par les sels de radium dissous dans l'eau.

bobine d'induction) a toujours donné un spectre continu sans raies noires ou brillantes se détachant sur le fond, avec un spectroscope qui, il est vrai, était peu dispersif. »

ÉLECTROCHIMIE. — *Sur une loi expérimentale du transport électrique des sels dissous.* Note de M. **A. Ponsot**, présentée par M. Lippmann.

« Cette loi est tirée d'un travail de M. Chassy intitulé : *Sur un nouveau transport électrique des sels dissous* ([1]).

» Si dans un poids E d'eau se trouvent dissous : un poids p_e d'un sel qui sera électrolysé; des poids p_1, p_2, ... d'autres sels de *même acide* qui ne seront pas électrolysés; le transport étant rapporté à la quantité d'électricité qui dépose un équivalent de cuivre dans un voltamètre à sulfate de cuivre, q_e étant le transport du sel électrolysé, q_1, q_2 ceux des sels non électrolysés, M. Chassy a établi et vérifié les relations suivantes :

$$q_1 = A_1 \frac{p_1}{\Sigma p}, \tag{1}$$

$$q_2 = A_2 \frac{p_2}{\Sigma p}, \tag{2}$$

$$q_e = q'_e + A_e \frac{p_e}{\Sigma p}. \tag{3}$$

» De plus, M_1, M_2, M_e étant les poids moléculaires des sels dissous à l'état anhydre, il a trouvé la loi approchée suivante :

$$\frac{A_1}{M_1} = \frac{A_2}{M_2} = \frac{A_e}{M_e} = 0,0636. \tag{4}$$

» De ces relations ([2]) on tire facilement

$$\frac{q_1}{M_1} = 0,0636 \frac{p_1}{\Sigma p_1}, \tag{5}$$

$$\frac{q_2}{M_2} = 0,0636 \frac{p_2}{\Sigma p}, \tag{6}$$

$$\frac{q_e}{M_e} = \frac{q'_e}{M_e} + 0,0636 \frac{p_e}{\Sigma p}, \tag{7}$$

$$\sum \frac{q}{M} = \frac{q'_e}{M_e} + 0,0636. \tag{8}$$

([1]) *Thèse de Doctorat*, 1890.

([2]) Ces relations contiennent implicitement le principe d'une méthode pour déterminer le poids moléculaire d'un sel métallique.

» Or $\frac{q'_e}{M_e}$ ne dépend, comme l'a montré M. Chassy, que du rapport $\frac{p_e}{E}$, qui définit la concentration du sel électrolysé; d'où résulte la loi suivante :

» *Dans l'électrolyse d'un mélange de sels du même acide, dont l'un est électrolysé, le nombre total de molécules transportées ne dépend que de la nature et de la concentration du sel électrolysé. Il est indépendant de la présence des sels non électrolysés et de leur concentration.*

» Lorsqu'il y a deux sels électrolysés simultanément, p_e et p_x étant leurs poids dans la même dissolution, si α est la fraction d'équivalent du premier sel qui est électrolysée, $1 - \alpha$ celle du deuxième sel correspondante, q_e et q_x étant les transports mesurés, q'_e étant la valeur du premier terme de la relation (3) si le premier sel était seul électrolysé avec la même concentration; q'_x étant défini de la même manière pour le deuxième sel; indépendamment des relations (5) et (6), on a

$$(9) \qquad \frac{q_e}{M_e} = \frac{q'_e}{M_e}\alpha + 0{,}0636\frac{p_e}{\Sigma p},$$

$$(10) \qquad \frac{q_x}{M_x} = \frac{q'_x}{M_x}(1-\alpha) + 0{,}0636\frac{p_x}{\Sigma p}$$

et

$$\sum \frac{q}{M} = \frac{q'_e}{M_e}\alpha + \frac{q'_x}{M_x}(1-\alpha) + 0{,}0636.$$

» Ici encore, les résultats expérimentaux de M. Chassy conduisent à la loi suivante :

» *Quand il y a deux sels électrolysés, le nombre total de molécules transportées dépend de la nature de ces sels, de leur concentration, de la fraction d'équivalent électrolysée de chacun d'eux. Il ne dépend pas des sels non électrolysés et de même acide ajoutés aux deux précédents.*

» Revenons au cas d'un sel électrolysé (8) :

» E et p_e étant constants, on a vu que $\sum \frac{q}{M}$ est constant, indépendant des sels non électrolysés; il y a lieu d'insister sur ce fait que les relations ayant servi à établir cette loi ont été vérifiées par M. Chassy, Σp ayant varié dans des limites très étendues et le nombre des sels non électrolysés ayant été porté jusqu'à *sept*.

» Or, lorsque p_e est petit par rapport à Σp, les 0,0636 molécule-gramme transportés sont presque exclusivement constituées par des molécules des sels non électrolysés; le transport du sel électrolysé étant à peu près entièrement représenté par le terme $q'_e : M_e$.

» Lorsque Σp diminue, une partie croissante des 0,0636 molécule est constituée par des molécules du sel électrolysé, et lorsque $\Sigma p = p_e$, tout le transport est évidemment constitué par des molécules du sel électrolysé.

» Mais comme, dans tous ces cas, $\sum \frac{q}{M}$ est constant, il paraît naturel d'admettre que les molécules du sel électrolysé qui remplacent dans le transport, et en nombre égal, les molécules des sels non électrolysés, sont transportées de la même manière que ces dernières, c'est-à-dire sans subir la dissociation électrolytique.

» Quant au terme $\frac{q'_e}{M_e}$, il représenterait peut-être un transport dû au mouvement des ions, comme dans l'hypothèse d'Hittorf.

» Ces conclusions ont d'ailleurs été formulées par M. Chassy, sans les considérations moléculaires que j'ai introduites et qui les précisent.

» Ces conclusions ne sont pas adoptées dans les théories ionistes actuelles; elles sont opposées aux hypothèses sur lesquelles Kohlrausch s'appuie pour relier la conductibilité moléculaire des dissolutions aux nombres de transport. »

PHYSIQUE BIOLOGIQUE. — *Sur certains phénomènes provenant de sources physiologiques ou autres, et pouvant être transmis le long de fils formés de différentes substances.* Note de M. **Augustin Charpentier**, présentée par M. d'Arsonval.

« La propriété que présentaient certains faisceaux de radiations physiologiques, de traverser en partie le plomb et l'eau, nous incitait à y chercher autre chose que des rayons N proprement dits. On peut montrer que dans ces faisceaux certaines radiations, sans perdre la propriété de traverser l'air en ligne droite, se comportent, lorsqu'elles rencontrent un fil métallique, comme si elles étaient conduites par lui. Voici l'expérience qui m'a servi de point de départ.

» Une petite plaque de cuivre mince, de 1^{cm} ou 2^{cm} de diamètre (appelons-la le *transmetteur*) communique par un fil de cuivre de forme quelconque avec l'objet d'épreuve phosphorescent qui nous sert habituellement dans nos expériences (appelons ce dernier *l'écran sensible*; c'est une tache de sulfure sur carton noir, l'ensemble ayant quelques centimètres de diamètre); l'extrémité du fil forme simplement une ou deux boucles serrées autour de cet écran. Le fil de cuivre avait $0^{m},90$ de longueur dans ma première expérience. Il peut être beaucoup plus long. L'écran est fixé à

demeure dans un coin d'une pièce obscure. Le transmetteur situé au bout initial du fil est libre. On le place d'abord dans l'air, loin d'un corps radiant. On le place ensuite à proximité d'un point du corps humain (ou du corps d'un animal) comme on le faisait pour l'écran isolé : *le sulfure brille davantage*.

» Le fait a lieu quelle que soit la forme du fil et sa position par rapport à l'écran; il a lieu quels que soient les obstacles interposés entre l'écran et la source.

» On répète avec ce dispositif toutes les expériences décrites précédemment, en remplaçant simplement l'écran isolé par la petite plaque de cuivre initiale disposée parallèlement à la surface radiante. Il n'y a qu'une différence d'intensité, toutes les radiations d'un faisceau ne contribuant pas au phénomène.

» Les radiations efficaces sont arrêtées à peu près complètement par l'interposition d'un écran électrique, c'est-à-dire d'une lame de métal en aluminium ou en cuivre, par exemple, *reliée à la terre* (ces métaux isolés ne les arrêtent pas).

» Le transmetteur n'a pas besoin d'être au contact des tissus, pas plus que l'écran isolé; l'effet se produit à distance, à l'intensité près.

» L'effet est minimum quand la plaque initiale est normale à la surface radiante (horizontale, par exemple, si l'on opère vis-à-vis du front). Si dans cette position on la tient à une certaine distance du corps, à 20^{cm}, je suppose, et qu'on vienne à faire tomber à peu près normalement sur elle les radiations réfléchies par un miroir plan, aluminium ou autre, ces radiations agissent sur le système.

» Les radiations physiologiques ont donc les deux modes de propagation : par rayonnement dans l'air, par transmission quand elles rencontrent un métal.

» Ces propriétés ne sont pas liées d'ailleurs à l'origine physiologique des radiations considérées. Elles sont aussi celles d'une partie des radiations émises par des foyers de rayons N tels que l'acier trempé, l'hyposulfite de soude insolé, les manchons Auer incandescents, etc.

» M. Blondlot a été témoin de ces divers résultats et a fait avec moi quelques expériences sur lesquelles il y aura lieu de revenir.

» En ce qui concerne l'application physiologique des faits précédents, ils permettront de faire une étude locale beaucoup plus précise des points d'émission des radiations considérées, que nous appellerons pour simplifier *radiations conduites*. On peut faire un appareil commode en soudant, à un fil de cuivre isolé et de longueur convenable, une petite plaque de cuivre qu'on recouvrira de sulfure phophorescent et qui sera l'écran sensible du système ; cet écran aura l'avantage de pouvoir être maintenu fixe et de permettre les comparaisons d'intensité dans une même position du regard, ce qu'on ne pouvait réaliser qu'imparfaitement auparavant. L'autre extrémité (initiale) du fil conducteur sera libre quand on voudra étudier la radiation de points très limités, comme je le fais pour les différentes partie d'un nerf;

on pourra la terminer par la plaque décrite au début (le transmetteur) pour étudier des parties plus volumineuses. En outre le transmetteur, pouvant être placé partout où le regard ne pénètre pas, permettra des constatations plus étendues. On peut aussi facilement observer sur soi-même.

» Indépendamment de toutes les expériences précédemment indiquées, y compris celle du travail cérébral sans expression extérieure ([1]), j'ai pu en réaliser de nouvelles, parmi lesquelles je signalerai seulement aujourd'hui l'étude de la radiation bulbaire chez l'homme sous l'influence de l'innervation respiratoire : en plaçant la plaque tout contre le trou occipital et le plus haut possible, elle est alors assez voisine du bulbe pour qu'on puisse constater sur l'écran une augmentation d'éclat pendant l'inspiration comparativement à l'expiration. C'est le contraire quand on descend un peu sur la moelle cervicale supérieure, qui donne un éclat plus fort au début de l'expiration.

» Un grand avantage de cette méthode, c'est que l'observateur peut se placer assez loin de l'écran sensible pour ne pas l'influencer par des actes musculaires ou cérébraux étrangers à l'expérience. »

PHYSIQUE BIOLOGIQUE. — *Émission des rayons de Blondlot au cours de l'action des ferments solubles.* Note de M. **Lambert**, présentée par M. Bouchard.

« M. Charpentier, en découvrant l'émission de rayons *n* par l'organisme animal, a reconnu que les tissus dont le fonctionnement est le plus intense en émettent la plus grande quantité. Une loi semblable a été retrouvée pour les végétaux par M. Meyer, qui a bien voulu me rendre témoin de ses expériences.

» Je me suis par suite demandé si les ferments solubles, dont l'intervention est si importante dans le fonctionnement de la plupart des tissus, n'extérioriseraient pas leur action par une pareille émission. L'expérience a répondu affirmativement à mon attente. Les résultats sont particulièrement nets pour les ferments digestifs des matières albuminoïdes.

» 1. Un petit morceau de fibrine est placé à l'étuve à 38° dans un tube à essai contenant du suc pancréatique activé par de la kinase. L'examen à l'écran de sulfure de calcium phosphorescent, effectué avec les précautions habituelles, montre une émission de rayons *n* qui cesse un certain temps après la disparition du flocon digéré.

([1]) Voir *Archives d'Électricité médicale*, numéro du 25 janvier 1904.

» 2. Un morceau de fibrine, mis de même à digérer dans du suc gastrique artificiel (solution de pepsine à 0,5 pour 100 dans HCl à 4 pour 1000), donne des résultats semblables [1].

» Une série de tubes à essai est mise à l'étuve. Le tube 1 contient la solution d'acide chlorhydrique, 2 la solution chlorhydropeptique, 3 de la fibrine en suspension dans de l'eau salée à 8 pour 1000, 4 de la fibrine dans la solution chlorhydrique, 5 de la fibrine dans la solution chlorhydropeptique, 6 tube semblable au précédent, mais solution préalablement bouillie. Les tubes sont retirés de l'étuve au bout de 1 heure et examinés après refroidissement. Il est possible de reconnaître dans l'obscurité, grâce à l'éclat de l'écran, le tube 5 où s'effectue la digestion. Les tubes 1 et 2 sont inactifs, le tube 3 est douteux, l'émission est nette mais faible dans les tubes 4 et 6.

» Outre l'observation directe j'ai utilisé la photographie en employant deux petits écrans de sulfure de calcium égaux découpés dans deux portions paraissant aussi semblables que possible d'un écran plus grand. Exposés en même temps à la lumière du jour ils sont disposés simultanément sur la couche sensible de deux plaques éloignées l'une de l'autre. Au-dessus de l'une est placé le tube, l'autre sert de témoin. Lorsqu'on a des écrans bien semblables on peut rapporter au corps actif les différences d'intensité des taches des deux plaques développées ensemble.

» Il faut sans doute rapprocher le cas particulier de l'émission de rayons *n* dans les fermentations de celle découverte par M. Blondlot dans les phénomènes généraux de contrainte. Ce rapprochement est évident pour la distension de la fibrine gonflée par l'acide. L'émission de rayons *n*, qui accompagne peut-être la syntonisation, certainement la peptonisation, doit être susceptible d'explications analogues.

» La facilité avec laquelle se produisent les rayons *n* permettra sans doute de s'expliquer aisément leur apparition dans les phénomènes biologiques, au moins pour un certain nombre d'entre eux. »

CHIMIE MINÉRALE. — *Sur les fluochlorures, les fluobromures, les fluoiodures des métaux alcalino-terreux.* Note de M. **Ed. Defacqz**, présentée par M. H. Moissan.

« Dans une précédente Communication [2] nous avons démontré que, lorsqu'on chauffe un mélange de fluorure manganeux et de chlorure d'un

---

[1] M. Blondlot m'a fait l'honneur d'examiner un tube de ce genre. L'émission de rayons *n* n'y était, à son avis, pas douteuse.

[2] Ed. Defacqz, *Sur une nouvelle méthode de préparation de quelques fluorures anhydres et cristallisés* (*Comptes rendus*, t. CXXXVII, p. 1251).

métal alcalino-terreux, on obtient, suivant les proportions de ces deux composés : 1° le fluorure alcalino-terreux quand le chlorure était en grand excès; 2° le fluochlorure quand on prenait deux fois le poids moléculaire du chlorure pour le poids moléculaire du fluorure manganeux. Nous avons indiqué également que cette réaction pouvait s'appliquer aux bromures et aux iodures des mêmes métaux.

» Nous ne mentionnerons dans cette Communication que les préparations et les propriétés du fluochlorure, du fluobromure et du fluoiodure de baryum; les combinaisons semblables du strontium et du calcium ayant le même mode de préparation et des propriétés analogues.

» 1° *Fluochlorure de baryum* $BaF^2, BaCl^2$. — M. C. Poulenc [1] signale son existence comme produit accessoire qu'il obtient en voulant préparer le fluorure de baryum cristallisé en dissolvant le même fluorure amorphe dans les chlorures alcalins fondus; il a été préparé par Berzélius [2] en précipitant par l'ammoniaque une solution chlorhydrique de fluorure de baryum.

» Plus tard, Röder [3] l'obtint de nouveau en fondant 1 partie de fluorure de sodium avec 5 à 6 parties de chlorure de baryum et addition de chlorure de sodium.

» *Préparation.* — Nous le préparons facilement en chauffant vers 1000°, pendant 2 heures environ, un mélange de : fluorure manganeux, 10 parties; chlorure de baryum, 40 parties.

» Le produit de la fusion est concassé et repris par l'eau froide; quand la masse est complètement désagrégée, l'on décante et l'on continue l'épuisement à l'eau jusqu'à ce que les dernières eaux de lavage ne donnent plus qu'un léger louche avec l'azotate d'argent; on reprend alors le résidu cristallin par l'alcool à 95° et, après plusieurs décantations, on isole un produit cristallisé blanc.

» *Propriétés.* — C'est un composé bien cristallisé en lamelles incolores et transparentes. La densité prise à + 18° est de 4,51.

» Il est insoluble et indécomposable par l'alcool à froid ou à l'ébullition; l'eau froide ne paraît pas avoir d'action, mais à la longue on constate une décomposition. Au bout de deux mois, on a en solution 14,5 pour 100 de chlore; le chiffre théorique est de 18,53 pour 100. L'eau à l'ébullition a une réaction beaucoup plus rapide : au bout de quelques minutes les cristaux transparents deviennent opaques par suite de la formation du fluorure de baryum; si l'on prolonge l'ébullition, on ne tarde pas à voir le fluorure amorphe, en suspension dans l'eau, remplacer le fluochlorure.

---

(1) C. Poulenc, *Annales de Chimie et de Physique*, 7e série, t. II, mai 1894.

(2) Berzélius, *Annales de Chimie et de Physique*, 2e série, t. XXIV, p. 61.

(3) Röder, *Inaug. Dissertat. : Fluor-Verbindung;* Göttingen, 1863, p. 9.

» Les acides acétique, chlorhydrique, azotique étendus donnent lieu à la même décomposition; si les deux derniers acides sont concentrés, ils dissolvent le fluochlorure. L'acide sulfurique, avant son point d'ébullition, le décompose pour donner du sulfate de baryum, de l'acide fluorhydrique, de l'acide chlorhydrique.

» Mélangé avec du chlorure de manganèse, il ne se décompose pas à la température de fusion de ce dernier; il n'en est pas de même si on le fond avec du chlorure de baryum : il se décompose et donne du fluorure de baryum.

» Nous avons également pu préparer et étudier le fluobromure de baryum et le fluoiodure de baryum. Ils correspondent aux formules BaF^2BaBr^2, et BaF^2BaI^2; leur densité est de 4,96 pour le fluobromure, et de 5,21 pour le fluoiodure. Leurs propriétés sont identiques à celles du fluochlorure; ils sont cependant plus facilement dissociables par l'eau.

» *Conclusions.* — En résumé, nous avons montré que, lorsqu'on traite entre 800° et 1400° un mélange de fluorure manganeux et de chlorure, de bromure et d'iodure alcalino-terreux, il se forme du fluorure alcalino-terreux et du chlorure, du bromure et de l'iodure de manganèse dont la quantité s'accroît évidemment au fur et à mesure que l'on augmente la quantité de fluorure manganeux.

» Nous avons également montré que les chlorure, bromure et iodure manganeux réagissaient sur le fluorure alcalino-terreux; il s'ensuit donc que, dans le liquide en fusion, il s'établit un équilibre résultant de ces deux réactions.

» La transformation du fluorure manganeux en fluorure alcalino-terreux ne sera donc totale que lorsque la quantité de chlorure, bromure ou iodure de manganèse, par rapport au chlorure, bromure ou iodure alcalino-terreux sera très faible, les fluochlorures, fluobromures, fluoiodures ne pouvant pas se former, puisqu'ils sont détruits par le chlorure en fusion, bromure ou iodure alcalino-terreux.

» En d'autres termes : 1° Il se formera des fluorures alcalino-terreux quand on mélangera au fluorure manganeux un grand excès de chlorure, bromure ou iodure alcalino-terreux;

» 2° Il se formera des fluochlorures, fluobromures, fluoiodures alcalino-terreux quand, par suite de la réaction, ces derniers se seront entièrement transformés en chlorure, bromure, ou iodure manganeux, c'est-à-dire en employant les quantités théoriques fournies par l'équation générale

$$MnF^2 + 2XY^2 = XF^2, XY^2 + MnY^2,$$

X représentant soit Ba, Sr, Ca; Y représentant soit Cl, Br, I. »

CHIMIE MINÉRALE. — *Réactions colorées de l'acide molybdique.* Note de M. M.-Emm. Pozzi-Escot. (Extrait.)

« Dans une Communication récente (*Comptes rendus*, t. CXXXVIII, p. 82), M. Camille Matignon a attiré l'attention sur quelques réactions colorées de l'acide vanadique et de certains polyphénols; cette Note m'engage à faire connaître une réaction analogue, que j'utilise depuis quelques années pour caractériser l'acide molybdique et les molybdates.

» Quand on ajoute quelques gouttes d'une solution de tanin à une solution d'acide molybdique, il se produit une solution orange tirant sur le rouge cerise en solution concentrée et sur le jaune en solution diluée. Cette coloration constitue un caractère sensible pour cet acide, même à $\frac{1}{100\,000}$, avec une solution de molybdate d'ammoniaque.

» Il est nécessaire d'opérer en solution neutre pour avoir un maximum de sensibilité; tout excès d'acide détruit la coloration. L'intensité de la coloration n'est pas proportionnelle au poids de l'acide molybdique.

» J'ai cherché si d'autres substances présentant, comme le tanin, des fonctions phénoliques possédaient également la propriété de servir de réactif du molybdène. Les acides gallique et pyrogallique se comportent comme le tanin.

» Il est à remarquer que cette coloration n'est pas modifiée par l'ébullition et, quelle que soit la concentration de l'acide molybdique et celle du tanin, il ne se produit jamais de précipité.

» L'extrait de bois jaune et divers autres tanifères agissent comme le tanin, L'extrait de campêche ne donne pas une coloration caractéristique, mais un précipité brun. Il est à remarquer que certaines de ces combinaisons molybdiques se fixent avec des nuances très vives sur la laine et le cuir.

» Par concentration, le tanate de molybdène laisse déposer un complexe cristallin.

» Il est à remarquer que le fer, à condition de ne pas être en trop grand excès, ne donne aucune réaction avec le tanin en présence de molybdène. »

CHIMIE MINÉRALE. — *Électrolyse de l'acide chlorique et des chlorates.* Note de M. André Brochet, présentée par M. Henri Moissan.

« L'électrolyse du chlorate de potassium avec une anode de cuivre donne naissance à des faits curieux signalés par Bancroft (¹) et Burrows (²)

(¹) *Transactions of the American electrochemical Society*, t. I, p. 65.

(²) *Journal of physical Chemistry*, t. VI, p. 417, et t. VII, p. 537.

au sujet desquels j'ai déjà présenté quelques observations (¹). J'ai complété cette étude par l'action du cuivre sur l'acide chlorique et le chlorate de cuivre avec et sans le concours de l'électrolyse, ce qui m'a permis d'élucider les réactions, simples en réalité, mais complexes en apparence, qui se passent dans l'électrolyse des chlorates alcalins et alcalino-terreux avec une anode de cuivre.

» *Acide chlorique.* — L'acide chlorique normal dissout le cuivre très lentement à froid; le métal se recouvre alors d'une couche de chlorure cuivreux, mais l'action à chaud est beaucoup plus rapide et le sel cuivreux ne peut être entrevu. Avec l'acide concentré l'attaque est plus rapide; si l'on opère à froid le liquide s'échauffe; si la température est élevée, l'action est très énergique; elle devient tumultueuse et il se dégage des composés oxygénés du chlore. Sauf dans ce dernier cas, la réaction peut être représentée par l'équation

$$(1)\qquad ClO^3H + 6Cu = CuCl^2 + 5CuO + H^2O.$$

» L'acide chlorique en excès se trouve rapidement saturé par l'oxyde de cuivre formé, de sorte que la réaction totale est la suivante

$$(2)\qquad 12ClO^3H + 6Cu = 5Cu(ClO^3)^2 + CuCl^2 + 6H^2O.$$

» Ces réactions sont faciles à vérifier en dosant le cuivre dissous et le cuivre passé de l'état de chlorate à l'état de chlorure. On trouve 5,36 comme rapport du cuivre au chlore.

» Si l'on emploie le cuivre comme anode, la réaction est identique : d'une part, le cuivre se dissout; d'autre part, l'acide est réduit à la cathode (en platine) et la réaction apparente de l'électrolyseur correspond encore aux réactions (1) et (2). Ici encore on peut constater la formation transitoire de sel cuivreux.

» *Chlorate de cuivre.* — La solution de chlorate de cuivre se décompose au contact de ce métal en donnant au bout d'un certain temps un précipité bleu, soluble dans les acides. La solution renferme dès les premiers instants du chlorure cuivrique, mais celui-ci disparaît peu à peu.

» Le sel basique ainsi précipité répond approximativement à la formule $CuCl^2.3Cu(OH)^2$ dans laquelle Cl^2 est en partie remplacé par $(ClO^3)^2$. Le métal est recouvert d'une couche d'oxyde cuivreux jaune.

» Si l'on opère avec électrolyse en employant une anode de cuivre, il y a formation à la cathode d'un dépôt de cuivre de vilain aspect, sans cohésion. Il en résulte que le rapport $\frac{Cu}{Cl}$ est plus grand que 5,36, puisque du fait du dépôt du cuivre il y a peu ou point de chlorate détruit à la cathode. A l'anode il y a formation de sels basiques de la forme précitée, mais renfermant à peu près autant de chlorate que de chlorure, aussi ce produit décrépite-t-il fortement avec l'acide sulfurique. Par contre la solu-

(¹) *Comptes rendus*, t. CXXXVI, p. 155.

tion renferme plus de chlorure. Les couches de sels basiques voisines de l'anode sont plus pâles et, si l'on arrête l'essai au bout de quelques secondes, on constate sur l'électrode la formation d'hydrate d'oxyde cuivreux. Les sels cuivreux s'oxydent au contact du chlorate du cuivre, mais plus lentement qu'avec l'acide chlorique. Comme dans l'électrolyse du chlorate de potassium, l'anode est piquée d'une façon toute spéciale et la quantité de cuivre dissoute est plus grande que celle déposée à la cathode du voltamètre.

» *Chlorates alcalins et alcalino-terreux.* — Les chlorates de soude et de baryum se comportent également comme celui de potassium.

» Dans le cas de l'électrolyse du chlorate de baryum le précipité noir que l'on obtient renferme : oxyde de cuivre, cuivre, chlorure de baryum. Il y a en outre un excès de chlore probablement à l'état de sel basique de cuivre. J'ai fait un grand nombre d'essais avec ces différents sels dans les conditions indiquées par Burrows ; je ne puis que confirmer ses essais.

» *Conclusions.* — En électrolysant les chlorates de baryum, de sodium et de cuivre avec une anode en cuivre, j'ai pu confirmer le fait signalé par Bancroft et étudié par Burrows que le cuivre se dissout en quantité plus grande qu'il ne se dépose sur la cathode du voltamètre. Ce fait résulte simplement de ce qu'une partie du cuivre entre en solution sous forme de sel cuivreux. Cette hypothèse a été rejetée par Bancroft et Burrows parce que l'on ne retrouve pas de sel cuivreux dans le précipité. Or les sels cuivreux, comme je l'indique plus haut, sont incompatibles avec le chlorate de cuivre et l'acide chlorique ; ils ne peuvent donc exister dans le produit obtenu. De leur action sur le chlorate résulte la majeure partie des chlorures en solution.

» Tandis que dans l'électrolyse de certains sels, le cyanure de potassium par exemple, le cuivre entre en combinaison uniquement sous forme de sel cuivreux, dans le cas présent, il se dissout partie à l'état de sel cuivreux, partie à l'état de sel cuivrique. La quantité qui réagit sous chacune de ces formes variera suivant la nature de l'électrolyte, la densité de courant, la température, etc. ; c'est pourquoi le cuivre manquant à l'anode représentera, suivant les conditions, du simple au double du métal du voltamètre.

» Le sel cuivreux se trouve oxydé avec formation de chlorure et d'hydrate d'oxyde cuivrique. En milieu acide, cet hydrate passe en solution ; dans le cas du chlorate de cuivre, il retient avec lui du chlorure et du chlorate sous forme de sels basiques ; dans le cas d'un sel alcalin ou alcalino-terreux, la base formée à la cathode décompose partiellement les sels basiques, de sorte qu'il reste de l'alcali en liberté ; du chlorure et du chlorate dans le pré-

cipité. L'hydrogène cathodique porte son action d'abord sur le dernier sel, puis sur l'oxyde. Pour cette raison, la quantité de cuivre contenue dans le précipité est relativement faible, alors que, si l'on emploie un électrolyte donnant des composés non susceptibles d'être réduits, le sulfate de sodium par exemple, le précipité obtenu est formé presque exclusivement de cuivre.

» En résumé, les réactions dont je viens d'étudier le mécanisme sont dues simplement à la dissolution du cuivre sous forme de sels cuivreux et à l'oxydation ultérieure de ceux-ci. »

CHIMIE GÉNÉRALE. — *Sur la présence de l'aldéhyde formique dans l'air atmosphérique.* Note de M. **H. Henriet**, présentée par M. A. Haller.

« Au cours de mes recherches sur l'air atmosphérique j'ai constaté l'existence d'un corps gazeux autre que l'acide formique, doué de propriétés réductrices énergiques, capable de réduire la liqueur de Fehling et de décolorer l'iodure d'amidon.

» Afin d'étudier ce composé et d'en déterminer la nature, j'ai cherché à l'isoler des eaux météoriques en choisissant celles qui proviennent des brouillards.

» Ces eaux, à réaction neutre, sont après filtration concentrées lentement au bain-marie, de façon à réduire de 30^l ou 40^l à 200^{cm^3} environ. Elles deviennent alors acides et déposent une certaine quantité de sulfate de calcium qu'on élimine par filtration. On obtient ainsi un liquide fortement coloré en jaune orangé qu'on soumet à la distillation pure et simple.

» Les produits distillés contiennent de l'acide formique et une matière qui réduit le réactif de Nessler en le faisant passer au rouge, puis au noir, mais qui n'a aucune propriété ni basique ni acide, puisqu'elle distille en présence des acides ou des alcalis. Ce corps est une aldéhyde. En effet, il réduit le nitrate d'argent ammoniacal, la liqueur de Fehling et ramène au rouge violet une solution de fuchsine décolorée par l'acide sulfureux.

» Afin de caractériser cette aldéhyde, j'ai eu recours aux réactions suivantes, spécifiques de l'aldéhyde formique.

» 1° *Réaction de Lebbin.* — On chauffe le liquide contenant l'aldéhyde avec une solution alcaline de résorcine à 5 pour 100. A l'ébullition on obtient une coloration rouge. Pour réussir dans le cas présent où les solutions sont très diluées, il est nécessaire de ne faire intervenir qu'une très faible quantité de réactif qui, par lui-même,

donne avec l'eau distillée une teinte verdâtre capable d'atténuer la teinte rouge donnée par l'aldéhyde.

» 2° *Réaction de Farnsteiner.* — On mélange, au liquide aldébydique, une goutte d'une solution étendue de peptone, puis un volume d'acide sulfurique moitié plus faible que celui du liquide et l'on ajoute une goutte de chlorure ferrique. On obtient une magnifique couleur violette. Cette réaction est remarquablement nette et sensible et se produit encore avec le liquide obtenu en faisant barboter de l'air filtré dans l'eau distillée.

» 3° *Formation d'acide cyanhydrique aux dépens de l'aldéhyde.* — On sait que l'aldéhyde formique réagit sur le chlorhydrate d'hydroxylamine pour donner la formaldoxime qui se déshydrate aussitôt en produisant de l'acide cyanhydrique.

» On a en effet

$$CH^2O + AzH^3O = CH^2AzOH + H^2O$$

et

$$CH^2AzOH = H^2O + CAzH.$$

» Pour réaliser cette réaction avec de très faibles proportions d'aldéhyde voici comment j'ai opéré : la solution aldéhydique est additionnée d'un excès de chlorhydrate d'hydroxylamine et de soude caustique, puis portée à l'ébullition qu'on maintient assez longtemps pour amener le liquide au volume de 10^{cm^3} environ. On distille ensuite ce liquide avec un excès d'acide sulfurique et les vapeurs condensées sont reçues dans une solution de soude pure. Il se forme un cyanure alcalin que l'on met aisément en évidence au moyen d'un sel ferroso-ferrique.

» Le résidu de la distillation de l'eau de brouillard, plus riche en aldéhyde que les produits distillés, traité de la même manière, donne cette réaction d'une façon excessivement nette.

» 4° En chauffant 200^{cm^3} de liquide aldéhydique avec de la diméthylaniline et quelques gouttes d'acide sulfurique et en oxydant ensuite le produit formé, on obtient une coloration bleue due à la formation de tétraméthyldiaminobenzhydrol (hydrol de Michler).

» On comprend maintenant pourquoi la concentration des eaux météoriques les rend acides : l'aldéhyde formique, réagissant sur les sels ammoniacaux pour donner diverses bases azotées, comme l'ont montré MM. Cambier et Brochet [1], met partiellement l'acide de ces sels en liberté (acide formique).

» Il existe donc dans l'air de l'aldéhyde formique. Ce corps, qui est un puissant antiseptique, joue un rôle important au point de vue de la pureté de l'air. C'est un facteur de l'hygiène publique qui n'est pas négligeable, non plus que son action dans la physiologie végétale.

» J'ai cherché à doser la formaldéhyde dans l'air en faisant passer ce

---

[1] *Bull. Soc. chim.*, 20 avril 1895, p. 406.

dernier, préalablement filtré, sur de l'oxyde rouge de mercure chauffé à 250° et en comparant l'acide carbonique obtenu ainsi à celui qui existe normalement dans l'air au même moment. Des analyses poursuivies à Montsouris (observatoire) par M. Albert-Lévy et moi, pendant une année entière (1903), il résulte que la quantité de formaldéhyde oscille entre $\frac{1}{100000}$ et $\frac{5}{100000}$ du poids de l'air, et est proportionnelle à la température extérieure.

» En ce qui concerne l'origine de l'aldéhyde formique atmosphérique, je reviendrai sur ce sujet à propos de l'étude des gaz du sol (1). »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur l'alcool isopropylique trichloré*

$Cl^3C - CH(OH) - CH^3$.

Note de M. **Louis Henry**, présentée par M. A. Haller.

« Au point de vue des études que je poursuis sur la volatilité comparée des dérivés primaires, secondaires et tertiaires correspondants, en C^2, C^3 et C^4, il m'a paru intéressant de compléter la série de *méthylation* des alcools éthyliques chlorés.

» Un de mes élèves, M. Vitoria, s'est chargé de l'étude de l'*alcool isopropylique trichloré* $Cl^3C - CH(OH) - CH^3$.

» Ce corps peu connu jusqu'ici s'obtient aisément par la méthode des synthèses organo-magnésiennes de M. Grignard.

» La réaction du chloral anhydre sur le composé magnésien de l'iodure de méthyle dans l'éther le fournit dans des conditions très avantageuses.

» L'alcool isopropylique trichloré constitue un beau corps solide, cristallin, fondant à 50°-51° et bouillant à 161°,8 sous la pression de 773^{mm}.

(1) En 1860, M. Berthelot, après avoir effectué la synthèse de l'acide formique par l'action de l'oxyde de carbone sur les alcalis, a montré que la distillation sèche des formiates donnait naissance à un groupement CH^2O, qui, par transformations diverses, produisait des carbures d'hydrogène, des alcools, etc. (*Chimie organique fondée sur la synthèse*, t. I, 1860, p. 13).

D'autre part, dans ses *Leçons sur les méthodes générales de synthèse*, professées au Collège de France en 1864, ce savant a rappelé (p. 180-181) que ce groupement était le même qui engendre les composés naturels dans les végétaux; et il a exposé que l'oxyde de carbone, produit soit par les combustions, soit par les réductions de l'acide carbonique, au sein de l'atmosphère (p. 185), devait, en présence des bicarbonates et carbonates alcalins, donner des formiates, susceptibles, par décomposition ultérieure et sous l'influence des actions naturelles, d'engendrer d'autres matières organiques.

» Je ferai remarquer la régularité de la variation des propriétés dans la série des alcools trichlorés en C^2, C^3 et C^4 :

	Fusion.	Ébullition.
$Cl^3C - CH^2 - OH$	17°	151°
$Cl^3C - CH(CH^3) - OH$	50	161
$Cl^3C - C(CH^3)_2 - OH$	96	167

» L'étude de ce composé, de même que celle des dérivés de méthylation de l'alcool éthylique bichloré $Cl^2HC - CH^2 - OH$, préparé autrefois par M. Delacre, se poursuit dans mon laboratoire. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur la condensation des éthers acétyléniques avec les alcools* (II). Note de M. **Charles Moureu**, présentée par M. Henri Moissan.

« J'ai montré dans une Note antérieure (*Comptes rendus*, 27 juillet 1903) que le phénylpropiolate de méthyle pouvait fixer, sous l'influence du méthylate de sodium en solution dans l'alcool méthylique, 2^{mol} d'alcool méthylique, avec production de diméthylacétal du benzoylacétate de méthyle, par ouverture et saturation complète de la liaison acétylénique, conformément à l'équation suivante :

$$C^6H^5 - C \equiv C - CO^2CH^3 + 2CH^3OH$$
$$= C^6H^5 - C(OCH^3)^2 - CH^2 - CO^2CH^3.$$

» Cette réaction nouvelle méritait d'être généralisée. J'ai donc étudié, au même point de vue, une série d'éthers acétyléniques. Dans tous les cas, la fixation de 2^{mol} d'alcool, avec formation de l'éther β-acétalique, a pu être nettement mise en évidence.

» En étudiant ces divers éthers acétaliques, j'ai trouvé, en outre, qu'ils perdaient tous de l'alcool sous l'action de la chaleur, en donnant, à l'état de parfaite pureté, les éthers éthyléniques β-oxyalcoylés correspondants. Exemple :

$$\underbrace{C^5H^{11} - C(OC^2H^5)^2 - CH^2 - CO^2C^2H^5}_{\text{Éther β-acétalique.}}$$
$$= C^2H^6O + \underbrace{(C^5H^{11})C(OC^2H^5) = CH - CO^2C^2H^5}_{\text{Éther éthylénique β-oxyalcoylé.}},$$

» I. *Éthers β-acétaliques.* — Quand on mélange un éther acétylénique avec la solution d'un alcool sodé dans l'alcool correspondant, une vive réaction se déclare presque aussitôt; la liqueur s'échauffe en se colorant très légèrement, et arrive parfois à bouillir spontanément. Pour permettre au réactif de produire tout son effet, on chauffe dans tous les cas jusqu'à l'ébullition, que l'on maintient ensuite, dans un appareil à reflux, pendant un temps plus ou moins long. On verse finalement le mélange, préalablement refroidi dans de l'eau glacée, et l'on extrait à l'éther le produit formé, que l'on distille finalement dans le vide.

» L'analyse élémentaire indique que les produits ainsi obtenus sont toujours des mélanges de l'éther acétalique avec l'éther éthylénique oxyalcoylé correspondant, et que, par conséquent, une partie de l'éther acétylénique a fixé 1^{mol} seulement d'alcool.

» En opérant en tubes scellés à la température de 125°, outre le diméthylacétal du benzoylacétate de méthyle, dont il a été parlé plus haut, j'ai réussi également à préparer à l'état pur le diéthylacétal du benzoylacétate d'éthyle

$$C^6H^5 - C(OC^2H^5)^2 - CH^2 - CO^2C^2H^5.$$

[On a mis en œuvre $34^g,8$ ($\frac{2}{10}$ de molécule) de phénylpropiolate d'éthyle, $9^g,2$ ($\frac{4}{10}$ d'atome) de sodium, et 175^g d'alcool absolu.] Le nouveau composé distille à 153° (corr.) sous 13^{mm}. Il fournit à la saponification l'acide β-acétalique

$$C^6H^5 - C(OC^2H^5)^2 - CH^2 - CO^2H,$$

sous la forme de cristaux blancs, qui fondent à 68° avec dégagement gazeux. L'éther acétalique et l'acide acétalique se colorent rapidement en rouge quand on les traite par le chlorure ferrique en solution alcoolique; ce fait s'explique par l'action hydrolysante du sel ferrique, lequel, toujours plus ou moins acide, transforme la fonction acétal en fonction acétone, avec mise en liberté d'alcool, et convertit ainsi l'éther β-acétalique en éther β-cétonique.

» II. *Ethers β-oxyalcoylés à fonction éthylénique.* — La formation de ces composés, par l'action de la chaleur sur les éthers β-acétaliques, constitue une réaction d'une grande netteté. Elle s'opère vers la température de 175°; elle est en général complète au bout d'une demi-heure, et les rendements sont théoriques. On chauffe simplement au bain d'huile l'éther acétalique (ou son mélange avec l'éther oxyalcoylé éthylénique correspondant). Dès que la température de la réaction est atteinte, on voit le liquide entrer en ébullition, par suite de l'élimination brusque de l'alcool, qu'il est facile de condenser et de caractériser.

» Les deux éthers β-acétaliques que j'ai pu isoler à l'état pur ont perdu ainsi la quantité sensiblement théorique d'alcool. Quant aux mélanges d'éthers β-acétaliques et d'éthers β-oxyalcoylés éthyléniques, ils perdent d'autant plus d'alcool qu'ils sont plus riches en éther acétalique, et la proportion d'alcool recueillie est toujours concordante avec celle d'éther acétalique que l'analyse élémentaire montre exister dans le mélange.

» Quoi qu'il en soit, quand l'élimination de l'alcool a complètement cessé, une simple distillation fournit l'éther β-oxyalcoylé éthylénique rigoureusement pur.

» Les six composés suivants ont été ainsi préparés :

		Ébullition.	
β-amyl β-méthoxyacrylate de méthyle	$(C^5H^{11})C(OCH^3) = CH - CO^2CH^3$	232°-233°	(corr.)
β-amyl β-éthoxyacrylate d'éthyle	$(C^5H^{11})C(OC^2H^5) = CH - CO^2C^2H^5$	253-253,5	(corr.)
β-amyl β-propoxyacrylate de propyle	$(C^5H^{11})C(OC^3H^7) = CH - CO^2C^3H^7$	279-280	(corr.)
β-hexyl β-méthoxyacrylate de méthyle	$(C^6H^5)C(OCH^3) = CH - CO^2CH^3$	245-248	(corr.)
β-phényl β-méthoxyacrylate de méthyle	$(C^6H^5)C(OCH^3) = CH - CO^2CH^3$	154-155	(corr.) sous 14mm
β-phényl β-éthoxyacrylate d'éthyle (1)	$(C^6H^5)C(OC^2H^5) = CH - CO^2C^2H^5$	167-168	(corr.) sous 16mm

» A l'inverse des éthers β-acétaliques, ces composés ne s'hydrolysent qu'avec une très grande lenteur, sauf le dernier, sous l'action du chlorure ferrique en solution alcoolique, ainsi qu'en témoigne la faible coloration observée même après plusieurs heures de contact.

» L'hydrolyse par l'acide sulfurique étendu à chaud permet d'établir avec certitude leur constitution. Les quatre éthers de la série grasse se transforment rapidement en éthers β-cétoniques, conformément à l'équation suivante :

» Exemple :

$$\underbrace{(C^5H^{11})C(OCH^3) = CH - CO^2CH^3}_{\beta\text{-amyl } \beta\text{-méthoxyacrylate de méthyle.}} + H^2O$$
$$= CH^3OH + \underbrace{C^5H^{11} - CO - CH^2 - CO^2CH^3}_{\text{Caproylacétate de méthyle.}}.$$

» Les éthers β-cétoniques ainsi produits se caractérisent facilement au moyen de l'hydrate d'hydrazine, qui les convertit en pyrazolones, composés très bien cristallisés.

» Quant aux deux éthers éthyléniques β-oxyalcoylés de la série aromatique, ils ont donné à l'hydrolyse presque exclusivement de l'acétophénone, d'après l'équation :

» Exemple :

$$\underbrace{C^6H^5 - C(OCH^3) = CH - CO^2CH^3}_{\beta\text{-phényl } \beta\text{-méthoxyacrylate de méthyle.}} + 2H^2O$$
$$= 2CH^4O + \underbrace{C^6H^5 - CO - CH^3}_{\text{Acétophénone.}} + CO^2.$$

(1) Ce composé a déjà été signalé par L. Claisen, qui l'a préparé en traitant le benzoylacétate d'éthyle par l'éther de Kay et le chlorure d'acétyle (*Berichte*, t. XXIX, p. 1006).

» Ces dédoublements confirment pleinement la constitution des éthers éthyléniques β-oxyalcoylés et, par conséquent, celle des éthers β-acétaliques d'où ils dérivent par perte d'alcool.

» Les acides correspondant aux éthers oxyalcoylés éthyléniques ont également été isolés à l'état pur et étudiés en détail. Ils feront l'objet d'une prochaine Communication. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur les acides β-méthyladipiques α-substitués.* Note de M. **Marcel Desfontaines**, présentée par M. A. Haller.

« On sait par les travaux de M. Dieckmann ([1]) que les éthers β-méthylcyclopentanone-carboniques se comportent, à l'égard des alcoolates de sodium et des iodures alcooliques, comme les éthers camphocarboniques, pour donner naissance à des composés de la forme

$$\begin{array}{l} CH^3 - \overset{\beta}{C}H - \overset{\alpha}{C}\begin{cases} R' \\ CO^2R \end{cases} \\ \qquad\quad | \qquad\quad | \\ \qquad CH^2 \quad CO \\ \qquad\quad \diagdown \diagup \\ \qquad\quad CH^2 \end{array}$$

qui, par simple saponification, au moyen de la potasse alcoolique, donnent avec la plus grande facilité les acides adipiques correspondants

$$\begin{array}{l} CH^3 - CH - C\begin{cases} R' \\ CO^2H \end{cases} \\ \qquad\quad | \\ \qquad CH^2 \\ \qquad\quad \diagdown CH^2 - CO^2H \end{array}.$$

» Nous avons préparé une série de ces composés cycliques ainsi que les acides disubstitués correspondants.

» *Préparation des éthers cétoniques cycliques α-substitués.* — L'action des iodures alcooliques sur l'éther fermé sodé peut se faire, soit à l'aide de l'éthylate de sodium, soit au moyen du sodium filé dans l'éther anhydre, soit enfin au moyen du sodium en poussière dans le toluène.

» Le *premier moyen* est très rapide et donne de bons rendements si l'on n'a pas besoin d'avoir l'éther cyclique substitué pur, car il contient toujours une certaine quantité d'éther adipique substitué, par suite de l'ouver-

([1]) *Berichte*, t. XXVII, p. 102.

ture de la chaîne sous l'influence de l'éthylate de sodium; si l'on veut obtenir rapidement l'acide adipique, il est inutile de chercher à séparer les deux éthers qui donnent, sous l'influence de la potasse alcoolique, le même acide adipique.

» La *deuxième méthode* (sodium en fil dans l'éther anhydre) permet, avec les iodures de méthyle et d'allyle, d'avoir du premier coup un éther fermé pur.

» *Diméthyl-αβ-cyclopentanone carbonate de méthyle.* — On obtient cet éther avec un rendement de 23g pour 30 d'éther primitif; il bout à 105°-106° sous 15mm :

$$D = 1,065 \text{ à } 0°, \qquad I = 1,450 \text{ à } 20°.$$

» *Diméthyl-αβ-cyclopentanone carbonate d'éthyle.*—Bout à 112°-113° sous 15mm :

$$D_0 = 1,030, \qquad I = 1,444 \text{ à } 19°.$$

» *β-méthyl-α-allyl-cyclopentanone carbonate de méthyle* bout à 114°-115° sous 15mm.

» *β-méthyl-α-allyl-cyclopentanone carbonate d'éthyle* bout à 139°-141° sous 18mm; déjà préparé et décrit précédemment (1).

» Enfin la *troisième méthode* qui consiste à battre du sodium fondu dans un excès de toluène, de façon à en faire une poussière sur laquelle on jette peu à peu, après avoir décanté presque tout le toluène, le mélange d'éther de Dieckmann et d'iodure alcoolique, m'a permis de faire réagir les iodures d'éthyle, de propyle normal et d'isobutyle. J'ai obtenu les éthers :

» *β-méthyl-α-éthyl-cyclopentanone carbonate de méthyle* qui bout à 108°-110° sous 15mm. $D_0 = 1,073$, $I = 1,456$ à 15°.

» *β-méthyl-α-propyl-cyclopentanone carbonate de méthyle* qui bout à 138°-140° sous 22mm.

» *β-méthyl-α-éthyl-cyclopentanone carbonate d'éthyle* qui bout à 119°-120° sous 18mm.

» *β-méthyl-α-propyl-cyclopentanone carbonate d'éthyle* qui bout à 136°-137° sous 17mm.

» *β-méthyl-α isobutyl-cyclopentanone carbonate d'éthyle* qui bout à 188°-190° sous 18mm.

» Tous ces éthers traités par la potasse alcoolique en excès fournissent les acides adipiques correspondants. J'ai préparé les acides :

» *Diméthyl-αβ-adipique,* bouillant à 214°-216° sous 18mm, fondant à 80°. Sa dianilide fond à 158°.

(1) A. Haller et Desfontaines, *Comptes rendus,* t. CXXXVI, p. 1613.

» β-*méthyl-α-éthyl-adipique* qui fond à 97°-98°.

» β-*méthyl-α-propyl-adipique* qui fond à 110°.

» β-*méthyl-α-allyl-adipique* qui fond à 104°.

» Ces deux derniers sont peu solubles dans l'eau et dans l'éther ordinaire. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur quelques dérivés du tétraméthyldiaminophényloxanthranol.* Note de MM. **Guyot** et **Stœhling**, présentée par M. Haller.

« MM. Haller et Guyot [1] ont constaté que le tétraméthyldiaminophénylоxanthranol s'additionne facilement, sans élimination d'eau, un certain nombre de produits de la série aromatique, et ils ont proposé pour les corps résultant de cette addition la formule type :

$N(CH^3)^2$

OH — C

C — $N(CH^3)^2$

OH R

R étant, dans leurs expériences, les restes C^6H^5, $C^6H^4-CH^3$, $C^6H^4N(CH^3)^2$ (vert phtalique).

» Nous avons opéré des condensations analogues avec l'anisol et le phénétol.

» I. *Anisol.* — La condensation s'effectue en milieu sulfurique; on précipite ensuite le produit à l'état de chlorozincate rouge orangé et l'on isole la base par les procédés ordinaires. On a obtenu, après cristallisation dans le benzène, une poudre cristalline blanche, fondant à 176° (non corr.), très soluble dans le benzène, peu dans l'alcool et dans l'éther, pour laquelle les analyses ont donné la formule $C^{31}O^3H^{32}N^2$, confirmée par la cryoscopie dans le benzène, et à laquelle, par analogie avec les

(1) *Comptes rendus*, t. CXXXVII, p. 16.

corps déjà obtenus par MM. Haller et Guyot, nous attribuerons la constitution :

$N(CH^3)^2$

OH — C

$N(CH^3)^2$

C

OH

O

CH^3

» Ce composé se condense avec l'hydroxylamine et avec la phénylhydrazine, avec élimination, dans les deux cas, de 2^{mol} d'eau, comme pour les produits correspondants de MM. Haller et Guyot (*Comptes rendus*, ibid.).

» On a, d'une part, des cristaux blancs, fondant à 203°, solubles dans le benzène et l'alcool chaud; d'autre part, des cristaux jaunes, fondant à 213°, solubles dans le benzène, peu dans l'alcool, auxquels, toujours par analogie, on peut assigner respectivement les formules schématiques :

$N(CH^3)^2$ — C — OH — N — $N(CH^3)^2$ — C — OCH^3

et

$N(CH^3)^2$ — C — NH — N — $N(CH^3)^2$ — C — OCH^3

» II. *Phénétol.* — En opérant de même avec le phénétol, on a obtenu, à l'état cristallisé :

	Point de fusion.
Le chlorozincate (crist. rouge brun)............................	199° (non corr.)
La base, $C^{32}H^{34}N^{2}O^{8}$ (crist. blancs)............................	175 »
Le produit de condensation avec l'hydroxylamine (crist. blancs)...	208 »
» » avec la phénylhydrazine (crist. jaunes).	186 »

» Nous continuons l'étude de ces composés. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur la formation et la saccharification de l'amidon rétrogradé.* Note de M. L. **Maquenne**, présentée par M. Roux.

« I. Dans la plupart des expériences que nous avons rapportées sur ce sujet, ainsi que dans celles de MM. Wolff et Fernbach, on a fait usage d'empois concentrés, renfermant au moins 4 pour 100 de fécule supposée sèche; celles que nous présentons aujourd'hui ont pour objet de faire connaître l'influence qu'exerce la dilution de l'empois sur sa rétrogradation spontanée.

» Chaque essai a porté sur 20^{cm^3} de liquide, renfermant des doses croissantes de fécule (à 17 pour 100 d'humidité), gélifiée dans un bain d'eau bouillante et maintenue ensuite, pendant 15 minutes, à la température de 120°. La rétrogradation a duré 4 jours, à 9°, et les saccharifications ont été faites simultanément, à 24°, par addition de 10^{cm^3} d'infusion de malt à 10 pour 100; la quantité relative d'amylocellulose contenue dans chaque échantillon a été évaluée par comparaison avec autant d'essais semblables, saccharifiés aussitôt après leur sortie de l'autoclave.

» Dans ce dernier cas, on trouve naturellement que le poids de la matière soluble formée est proportionnel à celui de la fécule mise en œuvre; avec les empois rétrogradés il n'en est plus de même, ainsi que le montre le Tableau suivant :

Fécule employée.........	0g,2	0g,4	0g,6	0g,8	1g,0	1g,2
Mat. soluble formée......	0,1636	0,3106	0,4516	0,5866	0,7186	0,8566
Insoluble pour 100 de fécule	1,7	6,8	10,6	13,1	15,0	15,6

» La concentration des liqueurs filtrées augmente encore avec celle des empois qui les ont fournies, mais moins rapidement, d'où il résulte que la vitesse de rétrogradation s'accroît en même temps, d'une même manière.

» C'est évidemment pour cette raison qu'un empois léger se trouble moins vite qu'un empois fort; c'est sans doute aussi en vertu de la même propriété que l'amylocoagulase exerce surtout son action sur les empois concentrés.

» II. On sait que l'énergie saccharifiante du malt est activée par la cha-

leur jusque vers 70°, et qu'elle se fait sentir à la fois sur l'amidon et sur les dextrines qui représentent ses premiers produits de dédoublement; on pouvait se demander si l'amylocellulose est sensible à cette influence, en d'autres termes, si l'attaque de l'amidon rétrogradé est également fonction de la température.

» Les expériences qui suivent, instituées expressément en vue de répondre à cette question, ont été conduites de la même manière que les précédentes, avec des empois à 5 pour 100 de fécule ordinaire, rétrogradés pendant 3 jours à 9°, puis traités par l'extrait de malt à des températures croissantes, depuis 22° jusqu'à 70°. On a, comme contrôle, examiné au réfractomètre les liqueurs finales, étendues de manière qu'elles correspondent toutes à 1g de fécule pour 100cm³.

Températures	22°	36°	55°	70°
Insol. pour 100 de fécule	15,3	12,2	9,9	7,7
Indices à 17°,5	1,33443	1,33447	1,33453	1,33458

» Il ressort clairement de ces chiffres que l'élévation de la température a pour effet de faciliter la dissolution de l'empois rétrogradé, sans que pourtant celle-ci devienne jamais complète, ainsi qu'il arrive à toute température avec l'empois frais.

» On aurait pu croire que cette influence favorable de la chaleur avait pour origine une redissolution dans l'eau de l'amylocellulose; l'expérience nous a appris qu'une chauffe préalable de l'empois rétrogradé avec un égal volume d'eau à 55°, pendant 1 heure, ne modifie sensiblement pas la quantité de matière soluble qui se forme ultérieurement quand on traite le produit par l'infusion de malt : la rétrogradation n'est donc pas un phénomène réversible, dans le sens rigoureux qu'il convient de donner à cette expression. D'ailleurs, un empois rétrogradé cesse d'être entièrement saccharifiable même après qu'on l'a fluidifié à nouveau dans l'autoclave à 130°.

» Il faut conclure de là que l'amylocellulose n'est pas un principe unique, mais un mélange de plusieurs produits de condensation différents, qui ont pour caractère commun de n'être pas colorables par l'iode et pour caractère distinctif d'offrir une résistance variable à l'action dissolvante de l'amylase.

» Ces résultats viennent à l'appui de l'idée que j'ai déjà émise sur la pluralité des amylocelluloses, en m'appuyant sur la nature colloïdale de l'empois d'amidon; ils sont également conformes à ceux que M. Bourquelot a obtenus, par une voie différente, en 1887 (1). »

---

(1) *Comptes rendus*, t. CIV, p. 177.

CHIMIE AGRICOLE. — *Sur la répartition de la potasse dans la terre arable.* Note de M. **J. Dumont**, présentée par M. A. Müntz.

« Les éléments mécaniques minéraux du sol végétal, notamment les sables et l'argile, n'ont pas une constitution chimique bien définie. A côté de la silice et de l'alumine, qui sont les composés dominants, ils accusent toujours des quantités appréciables de chaux, de magnésie, de potasse et d'acide phosphorique. Étant donné que leur proportion et leur richesse varient sensiblement d'une terre à l'autre, selon la nature des roches originelles, il m'a paru intéressant de rechercher comment s'y répartissent les principes fertilisants et quel degré d'assimilabilité ils présentent dans les conditions ordinaires.

» Mes expériences ont porté sur un certain nombre de sols très différents quant à leur formation ou à leur origine. Après avoir séparé les *éléments physiques*, par l'ingénieuse méthode de M. Schlœsing, j'ai dosé intégralement, sur chacun d'eux, les oxydes métalliques en opérant sur 5g et 10g de matière sèche. La silice ayant été éliminée préalablement par des traitements successifs au fluorhydrate d'ammoniaque pur, on a pu effectuer les séparations analytiques à l'aide des procédés habituels.

» Dans cette Note, je me propose d'étudier spécialement la répartition de la potasse (1). A cet égard, les plus curieux résultats m'ont été fournis par le sol du champ d'expériences de Grignon, où les éléments fins dominent, et par une terre granitique de la Creuse, totalement dépourvue de calcaire.

» Bien que ces terrains présentent sensiblement la même richesse en potasse totale (8,53 et 8,94 pour 1000), leur composition physique diffère considérablement. On y a trouvé en effet :

	Pour 100 de terre fine sèche.	
	Terre de Grignon.	Terre de la Creuse.
Sable grossier	17,2	44,0
Calcaire	4,6	»
Sable fin	59,3	38,8
Argile	16,8	4,5
Humus	1,6	12,7

(1) La potasse a été dosée par le chlorure platinique suivant la méthode Corenwinder et Contamine (réduction du chloroplatinate par le formiate de soude).

» A l'analyse intégrale, les éléments minéraux ont donné des quantités très inégales de potasse. Tandis que le sable fin et l'argile l'emportent de beaucoup sur le sable grossier, dans la terre de Grignon, on observe précisément le contraire pour la terre de la Creuse : ici, c'est le sable grossier qui renferme le plus de potasse. La proportion d'alcali varie d'un sol à l'autre, d'ailleurs, pour chacune des substances considérées, mais elle diffère peu dans le sable fin et l'argile provenant d'une même terre.

» Voici, du reste, les résultats observés :

	Doses de potasse pour 100.	
	Terre de Grignon.	Terre de la Creuse.
De sable grossier.....	0,864	1,33
De sable fin..........	0,992	0,58
D'argile..............	0,940	0,51

» Tous ces nombres se rapportent à la matière minérale sèche, ce qui revient à dire qu'on a défalqué la proportion d'humus entraîné inévitablement dans la précipitation des éléments fins. Cette correction doit toujours être faite, pour les sols riches en matières organiques surtout, si l'on veut éviter toute cause d'erreur. On en comprendra la nécessité, quand on saura, par exemple, que 100 parties de sable fin et d'argile de la terre granitique de la Creuse contenaient respectivement 16,8 et 49,2 de substances humiques.

» Les écarts observés dans la répartition de la potasse deviennent encore plus apparents si l'on tient compte de la proportion réelle d'éléments mécaniques existant dans les sols en expérience. En rapportant les nombres trouvés, non pas à 100 parties de sable ou d'argile, mais au kilogramme de terre fine, on obtient :

	Proportion de potasse pour 1000 de terre.	
	Terre de Grignon.	Terre de la Creuse.
Dans le sable grossier..................	1,48	6,05
Dans le sable fin.......................	5,88	2,25
Dans l'argile...........................	1,58	0,23

» Si nous cherchons maintenant, pour compléter ces données, comment 100^{kg} de potasse se répartissent entre les divers éléments physiques contenus effectivement dans la terre, nous obtenons les résultats suivants :

	Répartition de 100^{kg} de potasse.	
	Terre de Grignon.	Terre de la Creuse.
Pour le sable grossier..................	16,55	70,93
Pour le sable fin.......................	65,78	26,37
Pour l'argile...........................	17,67	2,70

» La comparaison de ces nombres est particulièrement instructive. On

voit immédiatement, et d'une manière très saisissante, les grandes variations qui peuvent se produire dans le partage de la potasse, même pour des sols également riches en cet élément. Dans la terre de Grignon, plus des $\frac{5}{6}$ de la potasse totale se retrouvent dans les éléments fins, et l'argile seule en prend la *cinquième* partie. Pour la terre de la Creuse, au contraire, c'est le sable grossier qui tient la tête : il renferme les $\frac{7}{10}$ de la potasse du sol; la fraction restante appartient au sable fin, car l'argile n'intervient que pour une bien faible part (2,7 pour 100 sur l'ensemble).

» Au point de vue pratique, ces constatations ne sont pas sans intérêt. Si l'on veut bien admettre que l'*activité chimique du sol* s'exerce avec plus d'intensité sur les particules d'une extrême finesse, on comprendra pourquoi les engrais potassiques se montrent généralement inefficaces sur les terres de Grignon, ainsi que l'avait reconnu mon regretté maître P.-P. Dehérain, tandis qu'ils agissent favorablement dans des sols granitiques riches en *potasse passive*, mais trop pauvres en éléments fins. La quantité de potasse mobilisée ou rendue *active*, dans les conditions naturelles, et à égalité de temps, étant très différente pour l'un et l'autre sol, il en résulte que les besoins de la végétation ne sont pas également satisfaits, ce qui rend nécessaire l'apport des engrais potassiques, toutes les fois que la proportion de sable fin et d'argile tombe au-dessous de $\frac{25}{100}$. »

ZOOLOGIE. — *Sur un organisme nouveau* (Pelmatosphæra polycirri, *n. g., n. sp.*), *parasite d'une Annélide* (Polycirrus hæmatodes *Clap.*) *et voisin des Orthonectides*. Note de MM. **Maurice Caullery** et **Félix Mesnil**, présentée par M. Alfred Giard.

« Nous avons rencontré dans la cavité générale d'un Térébellien (*Polycirrus hœmatodes* Clap.) de l'anse Saint-Martin, près du cap de la Hague, un organisme parasite qui ne nous paraît rentrer dans aucun des groupes connus, tout en se rapprochant, à beaucoup d'égards, des Orthonectides.

» *Observations* in vivo. — 7 *Polycirrus* étaient infestés sur 100 environ examinés. Le parasite se présente sous forme de nombreuses masses sphériques, à contenu granuleux, mesurant de 100^{μ} à 200^{μ} de diamètre, brassées dans le liquide cœlomique : ces sphères ont une paroi épaisse et résistante, sans être rigide, car, au microscope, on les voit se déformer d'un mouvement propre. En écrasant doucement l'une d'entre elles, on en fait sortir un grand nombre de corps, qui sont des individus à divers stades de développement. Les plus grands mesurent 45^{μ} de longueur sur 15^{μ} de largeur. Ils sont ciliés, leur section est circulaire, la moitié antérieure laisse voir par transparence

des bandes longitudinales. Leur contour apparent rappelle assez la forme d'une semelle. Nous avons donné à cet organisme, en raison de ces particularités, le nom générique de *Pelmatosphæra* [πέλμα (semelle), σφαίρα (sphère)]. L'espèce sera *P. polycirri*.

» *Étude de matériaux fixés et colorés.* — Les individus paraissant adultes ont la structure suivante : 1° une couche épithéliale externe ciliée ou ectoderme, dont les éléments sont assez régulièrement disposés par rangées transversales; 2° une file axiale de cellules s'étendant sur toute la longueur; ces cellules sont particulièrement serrées dans la moitié antérieure, où elles sont empilées comme des disques et où les noyaux sont aplatis; 3° entre les deux couches et dans la moitié antérieure, quatre bandes longitudinales, se colorant fortement par l'hémalun et qui semblent être de nature musculaire; c'est elles que l'on voit par transparence *in vivo*.

» A côté de ces individus, les sphères renferment tous les stades de leur développement; mais ce n'est que très rarement que nous en avons trouvé ne contenant que des états jeunes. Les états les plus précoces observés sont des sphères offrant une paroi épaisse constituée par plusieurs couches de cellules serrées et juxtaposées. Parmi ces cellules, quelques-unes possédaient un protoplasme plus colorable; en se divisant, elles sont le point de départ d'embryons. Ce sont des *cellules germes*. Sur des états plus avancés, on trouve des embryons à divers stades (2, 4 cellules, etc.; *morula* pleine, s'allongeant et différenciant la file axiale, etc.), logés dans des cavités entre lesquelles s'étend un réseau de nature plasmodiale, avec de nombreux noyaux, aux dépens desquels continuent à se différencier des cellules germes.

» Les observations précédentes ne portent évidemment que sur une partie du cycle évolutif de *Pelmatosphæra*. Les sphères doivent, dans des conditions à déterminer, laisser échapper les individus adultes et ceux-ci, grâce à leur ciliation, doivent quitter l'Annélide et aller parasiter d'autres *Polycirrus*. Les premières phases de l'infection restent aussi à découvrir. Il est bien vraisemblable que la contamination des diverses Annélides étudiées a été unique. Les nombreuses sphères proviendraient alors de cette infection unique par une multiplication endogène. Le parasite doit donc offrir dans son hôte une pullulation à deux degrés : formation des sphères, formation des germes dans les sphères. Notons enfin que les individus ainsi produits sont *asexués*. Il n'y a en eux aucune différenciation d'ovaire ou de testicule.

» *Affinités.* — Nous rapprochons *Pelmatosphæra* des Dicyémides et des Orthonectides, surtout de ces derniers; le degré de complication organique des individus est le même. Les sphères, leur mode d'évolution, la production des cellules germes rappellent étroitement les plasmodes des Orthonectides. Mais, à la différence de ceux-ci et des Dicyémides, les individus sont asexués et non pas mâles ou femelles. C'est là une distinction importante par les divergences qu'elle doit entraîner entre le cycle évolutif de *Pelmatosphæra* et ceux des deux autres groupes.

» La ciliation abondante des individus nous semble suffisante pour écarter l'hypothèse que *Pelmatosphæra* soit une forme nouvelle de sporocyste d'un Trématode digénique.

» Nous considérons donc ce parasite comme un organisme autonome et

nous le placerons dans l'ensemble que nous avons appelé (¹), après Hatschek, les *Planuloïdea*, à côté des Dicyémides et des Orthonectides, en en faisant un groupe distinct. Il se rapproche surtout des Orthonectides et en diffère en ce que les plasmodes, au lieu de donner naissance à des mâles et des femelles, produisent des individus asexués. »

BOTANIQUE. — *Nécessité d'instituer un ordre des Siphomycètes et un ordre des Microsiphonées, parallèles à l'ordre des Hyphomycètes.* Note de M. **Paul Vuillemin**, présentée par M. Guignard.

« Le thalle des Champignons, dont l'élément fondamental est le filament ramifié dépourvu de chlorophylle, présente, indépendamment des formes réduites par défaut de ramification ou d'allongement, trois types de structure : 1° la structure cloisonnée ou cellulaire, dans laquelle chaque chambre contient un noyau ou un syncarion; 2° la structure siphonée, où chaque tube renferme un nombre indéfini d'énergides nucléées; 3° la structure microsiphonée, où le filament continu est aussi délié que le corps des Bactéries.

» L'importance fondamentale des deux premiers types est démontrée par la profonde différence qui sépare les organes reproducteurs répondant à chacun d'eux. Le premier type caractérise les *Eumycètes*, où le cloisonnement n'est effacé que par les phénomènes secondaires d'apocytie. Le second caractérise les *Phycomycètes*, où le cloisonnement n'est pas directement lié à la genèse des cellules, mais résulte d'actions mécaniques déterminées.

» Les exceptions, comme il s'en rencontre chez les Entomophthorées, attestent l'origine commune de ces deux types, mais n'amoindrissent pas la valeur taxonomique qu'ils ont acquise au cours de l'évolution. A défaut d'organes reproducteurs, nous sommes donc fondés à rattacher un Champignon, soit aux Eumycètes, soit aux Phycomycètes, dès que nous y retrouvons le thalle caractéristique de l'une de ces grandes subdivisions.

» L'ordre des Hyphomycètes, tel qu'on le comprend actuellement, est constitué sans tenir compte de la structure du thalle. Les appareils conidiens isolés ou groupés en système diffus, qui sont exclusivement utilisés pour caractériser ce groupe, sont donc revêtus d'une plus haute dignité

(¹) Caullery et Mesnil, *Recherches sur les Orthonectides* (*Arch. d'Anat. microsc.*, t. IV, 1901).

taxonomique que les organes reproducteurs des Champignons plus parfaits ou plus parfaitement connus.

» Ces appareils sont pourtant un simple produit d'adaptation à la dissémination rapide par le vent. Leur origine est très variable : les uns résultent d'une transformation progressive des pseudospores ou kystes mycéliens (*Mortierella*, d'après Van Tieghem et Le Monnier), les autres d'une transformation régressive des zoosporocystes (Péronosporées) ou des sporocystes (Mucorinées). Les organes conidiformes n'ont donc pas une valeur fixe et sont les derniers qu'on doive invoquer pour établir les affinités.

» Les caractères tirés des appareils conidiens sont subordonnés aux caractères du thalle. En conséquence, nous proposons de restreindre l'ordre des Hyphomycètes aux espèces munies d'un thalle cloisonné, en un mot de le rattacher aux Eumycètes. Nous nommerons *Siphomycètes* les espèces dont le thalle est siphoné et la fructification réduite, tout au plus, à des appareils conidiens. Elles formeront une section des Phycomycètes.

» Le thalle microsiphoné n'a pas de rapport connu avec l'évolution de l'ensemble des Champignons. Nous savons seulement qu'il procède parfois du type cloisonné, par suite de modifications accessoires, notamment par adaptation endotrophique. Mais dans les cas où une espèce n'est connue que sous forme de filaments microsiphonés, nous n'avons aucun droit de la rattacher aux Phycomycètes ou aux Eumycètes, ni par conséquent aux Hyphomycètes ou aux Siphomycètes qui en sont des subdivisions. Il est donc nécessaire d'établir un troisième groupe de Champignons dans lesquels les conidies représentent la plus haute expression de la fonction reproductrice : c'est l'ordre des *Microsiphonées*.

» Le genre *Oospora* parmi les Hyphomycètes a pour pendant le genre *Nocardia* parmi les Microsiphonées.

» Le genre *Œdocephalum*, caractérisé par un type d'appareil conidien qui se retrouve chez des Ustilaginées (*Neovossia*), des Ascomycètes (*Aleuria*), des Basidiomycètes (*Ungulina*), a son pendant chez les Siphomycètes dans le genre *Cunninghamella*.

» L'ancien genre *Sepedonium* renferme plusieurs espèces à thalle siphoné. Les unes sont des fructifications accessoires de *Mortierella* ou de *Syncephalis*, les autres sont, jusqu'à plus ample informé, des Siphomycètes dont nous ferons le genre *Sepedoniella*.

» Les appareils conidiens étant, par définition, des organes anémophiles, seront nuls ou rudimentaires chez les Phycomycètes aquatiques. Les familles parasites, telles que les Péronosporées et les Entomophthorées, ont dans

leur thalle des caractères éthologiques qui les opposent nettement aux autres familles aériennes. Les Siphomycètes se relient donc généralement aux Mucorinées; parfois on peut soupçonner et même démontrer partiellement leur parenté avec une famille déterminée de cet ordre. Mais les présomptions et les probabilités ne doivent jamais être confondues avec les faits établis. »

BOTANIQUE. — *Sur la végétation de quelques sources d'eau douce sous-marines de la Seine-Inférieure.* Note de M. **Maurice Gomont**, présentée par M. Bornet.

« La partie confinant à la mer du grand plateau de craie qui forme presque en totalité le département de la Seine-Inférieure est à peu près dépourvue de sources aussi bien que d'eaux stagnantes. Le sol est perméable sur la plus grande partie de sa surface et les fissures de la craie absorbent immédiatement l'eau des pluies et des neiges.

» Toutefois, l'eau ainsi absorbée ne disparaît pas à jamais. On la retrouve au pied des falaises, sous forme de sources plus ou moins puissantes qui débouchent à différents niveaux. Les unes sortent près de la limite supérieure des marées; les autres, situées plus bas, restent par suite moins longtemps à découvert. Toutes, d'ailleurs, exercent sur la végétation des Algues une influence qui mérite d'attirer l'attention.

» L'aspect du rivage sur les côtes de la Seine-Inférieure est fort uniforme. Si, partant de la falaise, on se dirige vers la mer, on rencontre d'abord un talus de galets assez incliné, formant une zone littorale relativement étroite et constamment remaniée par la mer, par suite absolument stérile.

» Du bas de ce talus jusqu'à la limite inférieure des marées s'étend un plateau presque horizontal formé de bancs calcaires ou plus rarement siliceux. En raison de sa faible pente, la marée montante l'envahit rapidement, en 2 heures environ, tandis qu'il lui en faut 4 pour recouvrir le talus de galets et atteindre le pied de la falaise. Ce plateau rocheux disparaît sous un tapis de Fucacées et parfois de Laminaires, qui donne au rivage une teinte sombre caractéristique, sauf au pied du talus de galets où les Ulvacées dominent et forment un liseré verdoyant.

» Au reste, sur ces bancs horizontaux constamment balayés par les lames auxquelles les Algues à crampons robustes peuvent seules résister, les espèces délicates sont rares. La flore est donc assez pauvre et généralement réduite aux espèces les plus vulgaires.

» Les sources que j'ai le plus particulièrement étudiées sont au nombre

de sept, toutes situées entre Saint-Valery-en-Caux et Étretat. Trois d'entre elles sortent dans la zone littorale de galets ou à sa base. On peut les nommer *sources littorales* par opposition aux quatre autres qui se trouvent sur le plateau rocheux à peu près à mi-marée. Par suite de la configuration du rivage dont nous venons de parler, ces dernières restent à découvert seulement pendant 4 heures environ chaque jour, les autres pendant 8 heures ou même plus.

» La végétation de ces deux catégories de sources offre un caractère commun et il est remarquable; c'est le manque absolu de Fucacées et de Corallines, alors que ces plantes recouvrent en général tous les rochers du voisinage. A d'autres égards elle diffère notablement dans les deux cas, ainsi qu'on peut l'inférer des temps très inégaux pendant lesquels agit l'eau douce et des niveaux différents où elle sort. On sait, en effet, qu'à la mer les espèces varient suivant la profondeur.

» Les sources littorales ne renferment guère que des Ulvacées, l'*Ulva Lactuca* et surtout l'*Enteromorpha intestinalis*. C'est la végétation des estuaires. Dans les sources de mi-marée les espèces sont plus variées, restreintes toutefois à un petit nombre de types. Plusieurs Algues, très abondantes sur les autres points de la côte, manquent ici complètement, ou sont à peine représentées ; mais, en revanche, on rencontre quelques plantes caractéristiques qui se montrent toujours, ou presque toujours. Il en est même qui prennent, dans les courants d'eau douce, un développement inusité : ce sont les *Ceramium rubrum*, *Cladophora rupestris* et plusieurs Gigartinées. Ces dernières, d'un noir rougeâtre, donnent aux sources de mi-marée un aspect caractéristique, alors que, dans les sources littorales, les Ulvacées forment des prairies verdoyantes. Dans les deux cas, on reconnaît aisément, à la végétation, la présence de l'eau douce.

» On aura peut-être quelque peine à croire que celle-ci puisse exercer une influence quelconque, alors qu'elle agit en proportions aussi faibles relativement à la masse de l'eau salée et pendant un temps très court, au moins pour les sources de mi-marée.

» Des observations, publiées par M. Oltmanns en 1891, expliquent à mon sens ce phénomène. En instituant deux séries de cultures, l'une dans un milieu de salure constante, l'autre dans un milieu de salure variable, cet auteur a reconnu que, dans le second cas, l'allongement quotidien des Algues soumises à l'expérience était notablement ralenti, alors qu'il restait normal dans le premier. Chez d'autres plantes la reproduction était entravée par les changements de concentration. L'effet nuisible s'accentuait quand ces changements étaient plus brusques et plus fréquents.

» Suivant la théorie de M. Oltmanns, que nous croyons fondée, cette action nuisible ne s'exercerait aucunement sur les fonctions de nutrition, attendu que la proportion des substances dissoutes est toujours supérieure aux besoins de la plante. Elle résulterait uniquement des modifications produites dans la turgescence de la cellule, lesquelles amènent, comme on sait, l'altération du contenu, parfois même la rupture de la membrane. On comprend que, dans les localités où les changements de concentration saline deviennent la règle, certaines espèces s'appauvrissent ou disparaissent, alors que résisteront d'autres formes mieux armées contre ces influences. Ces observations s'appliquent parfaitement, on le voit, aux localités que nous avons étudiées, car il est difficile d'imaginer un changement de salure plus brusque et plus absolu que celui qui se produit au moment où la mer les couvre ou les découvre.

» Remarquons toutefois que cette théorie semble contredite par la végétation luxuriante que présentent certaines espèces. Cependant, si l'on observe que ces espèces habitent de préférence l'Atlantique septentrional, on peut, je pense, attribuer leur grand développement, dans le cas dont il s'agit, à la température constante et relativement basse du milieu où elles vivent. Il résulte, en effet, d'une observation faite l'an dernier, par un jour sombre, que la température des sources reste inférieure de 2° environ à celle de la mer et des mares salées environnantes. Pour ces dernières, la différence doit être plus grande par les journées ensoleillées. »

BOTANIQUE. — *Sur le développement du périthèce des Ascobolées.* Note de M. A. **Dangeard**, présentée par M. Guignard.

« Les belles recherches de Janczewski nous ont fait connaître le développement du périthèce des *Ascobolus;* le scolécite vermiforme se cloisonne en articles dont un seul donne naissance aux filaments ascogènes; des branches qualifiées d'anthéridiennes par de Bary viennent entourer l'extrémité de l'ascogone; à la suite de ce contact, il se produirait une prolification active du mycélium qui a fourni les branches et du mycélium adjacent en vue de la formation du périthèce et des paraphyses qu'il contient.

» Harper a fourni une contribution histologique à ce développement; d'après lui, les articles de l'ascogone ne possèdent d'abord qu'un noyau; ces articles deviennent plurinucléés par division de ce noyau et leur contenu passe en entier dans le segment médian ascogène (¹).

» Afin d'arriver à des résultats précis, nous avons dû, tout d'abord,

(¹) Harper, *Ueber das Verhalten der Kerne bei der Frucht. einiger Ascomyceten* (*Jahr. f. Wiss. Bot.*, Bd. XXIX).

trouver une méthode de culture permettant d'observer les stades les plus jeunes du développement; après plusieurs tâtonnements, nous avons réussi, en ce qui concerne non seulement les *Ascobolus*, mais aussi les genres voisins *Saccobolus* et *Ascophanus*.

» Dans le genre *Ascobolus*, les filaments du thalle renferment de six à douze noyaux; le scolécite est un simple rameau fourni par un de ces filaments; il n'en diffère que par sa croissance illimitée et par l'augmentation de diamètre souvent considérable qu'il présente; ses articles, au nombre d'une dizaine ou davantage, sont, dès le début, plurinucléés comme les autres segments du thalle.

» Cette première conclusion, contraire aux observations d'Harper, ne saurait être contestée, car elle résulte de l'examen de nombreux scolécites encore nus.

» Les filaments recouvrants partent directement soit de la base même du scolécite, soit du rameau qui le porte; ces filaments, au nombre de deux ou trois, se ramifient autour de l'ascogone, en formant une masse de pseudo-parenchyme; ils ne présentent aucune communication directe avec le contenu des segments de l'ascogone.

» S'il était encore permis à une certaine époque de parler, avec de Bary, de fécondation par simple contact, on ne saurait plus le faire aujourd'hui; aussi, comme seconde conclusion de ce travail, dirons-nous que les filaments recouvrants n'ont aucunement le caractère de branches anthéridiennes.

» Dans la masse de pseudo-parenchyme qu'ils forment rapidement, une activité spéciale se manifeste au voisinage du segment médian; les hyphes qui sont à cet endroit prolifèrent et donnent naissance aux paraphyses, alors que celles qui sont situées plus extérieurement fournissent l'enveloppe.

» Pendant ce temps, le segment médian de l'ascogone bourgeonne à sa surface les filaments ascogènes; ceux-ci se comportent selon les espèces, d'une manière un peu différente, dans leur accroissement, leur cloisonnement et leur mode de ramifications; mais, dans tous les cas, l'asque se forme selon le mode que nous avons décrit depuis longtemps chez les Pézizes.

» Il ne restait plus qu'à savoir si réellement tous les articles du scolécite déversaient leur contenu dans le segment ascogène.

» La perforation signalée par Harper dans les cloisons latérales de l'ascogone n'est pas une propriété spéciale à cet organe; il en existe de semblables, chez un grand nombre de champignons supérieurs; elles établissent une communication protoplasmique entre les divers articles d'un thalle ([1]); mais, jusqu'ici, il ne semble pas que ces perforations puissent servir normalement à une migration des éléments nucléaires.

» Nous nous sommes efforcé de rechercher, par le moyen de nombreuses coupes en série, s'il en était différemment dans les cellules de l'ascogone. Il y a épuisement certain du contenu de celles-ci au profit de la cellule ascogène; mais nous n'avons

---

([1]) P.-A. Dangeard, *Structure et communication protoplasmiques dans le* Bactridium flavum (*Le Botaniste*, 7e série).

rien vu qui puisse autoriser à admettre une migration des noyaux eux-mêmes; maintes fois, au contraire, nous avons assisté à leur dégénérescence sur place alors que le cytoplasme était en grande partie disparu.

» En résumé, l'exemple tiré des *Ascobolus* montre une fois de plus qu'il faut renoncer à trouver une fécondation à l'origine du périthèce pour l'opposer à notre théorie de la reproduction sexuelle des Champignons supérieurs. »

MINÉRALOGIE. — *Sur l'association géologique du fer et du phosphore et la déphosphoration des minerais de fer en métallurgie naturelle.* Note de M. L. **De Launay**, présentée par M. Michel Lévy.

« L'association du fer et du phosphore, dans un très grand nombre de gisements, est un fait géologique, que son importance industrielle signale à l'attention comme son intérêt théorique. Je me suis proposé de rechercher les lois qui peuvent présider à l'association ou à la séparation des deux éléments, afin de déterminer dans quelles catégories de gîtes on doit espérer *a priori* trouver des minerais de fer non phosphoreux. Le point de départ de cette étude a été le classement par groupes géologiques et par teneur en phosphore de très nombreuses analyses. Les conclusions générales, dont quelques-unes se sont trouvées signalées incidemment dans un travail récent ([1]), sont les suivantes :

» 1° La première association du fer et du phosphore peut avoir une origine profonde, dont on trouve la trace dans le phosphure de fer des météorites; le phosphore a pu aussi, comme minéralisateur, arriver à l'état de traces dans certains filons. Cependant, en principe, on trouve très peu de phosphore dans les minerais de ségrégation basique (magnétites et titano-magnétites), sans doute épurés par la scorification même, ou dans les minerais de fer filoniens, que leur forme originelle soit la pyrite ou la sidérose. On en rencontre, par suite, également très peu dans tous les minerais, que j'ai considérés comme résultant d'une substitution secondaire à des terrains calcaires, avec origine primitive et profonde sous forme de sulfures ([2]). Il résulte aussitôt de cette observation deux catégories de minerais de fer remarquablement purs

([1]) *L'origine et les caractères des gisements de fer scandinaves* (*Annales des Mines,* juillet 1901).

([2]) *Sur la forme profonde des amas filoniens de fer* (*Comptes rendus,* 29 mars 1897).

en phosphore : d'abord ceux qui résultent de la peroxydation directe des pyrites (chapeaux de fer) ou de leur grillage industriel; puis ceux qui, substitués à des calcaires, ont passé par la forme carbonatée avant de se peroxyder et hydrater au voisinage de la superficie. Les premiers minerais ayant, d'autre part, le tort d'être sulfureux, ce sont les seconds qui ont fourni à la métallurgie la majeure partie des minerais purs pour Bessemer (Bilbao, Cumberland, Styrie, Canigou, etc.).

» 2° Dans la scorification naturelle, qui a formé les silicates d'alumine plus ou moins alcalins, calcaires et magnésiens, dont est constituée essentiellement l'écorce terrestre, le phosphore, qui pouvait exister à l'état de phosphure profond, a été partout rapidement oxydé, puis absorbé par la chaux sous forme d'apatite. L'ensemble des roches peut être considéré comme tenant, en moyenne, 4,5 pour 100 de fer, 3,5 pour 100 de calcium et 0,1 pour 100 de phosphore. Ce phosphore peut y être considéré comme totalement isolé du fer. Mais l'écorce silicatée, constamment détruite par les érosions, a été le point de départ de tous les terrains sédimentaires, où le phosphore et le fer se sont trouvés rassemblés. Diverses observations me portent à admettre que le volume total des roches ainsi détruites et remaniées ne doit pas représenter moins de 1500^m d'épaisseur répartis sur toute l'étendue de la terre; c'est-à-dire que plus de 70^m de peroxyde de fer et 6 à 7 de phosphate de chaux ont été mis en mouvement dans les eaux et ont pu être amenés à se concentrer (tout en restant, pour une grande part, disséminés dans les terrains). La dissolution, puis la reprécipitation de ce fer et de ce phosphore se sont faites sous les mêmes influences, notamment par la présence, puis par le dégagement de l'acide carbonique en excès et par l'intervention des organismes, sous forme de carbonate ou sesquioxyde de fer et de phosphate de chaux ; de telle sorte que, dans les sédiments, le fer et le phosphore, tout en pouvant occuper des zones de précipitation distinctes, ont dû avoir des tendances à se grouper ensemble. En principe, tout minerai de fer sédimentaire doit être préjugé plus ou moins phosphoreux, à moins qu'une déphosphoration, produite par des réactions secondaires, ne l'ait épuré postérieurement.

» 3° La déphosphoration des minerais de fer sédimentaires par le métamorphisme a eu d'autant plus de chances de se produire que le minerai de fer considéré est plus ancien; à teneur initiale en phosphore égale, un minerai de fer a, en effet, d'autant plus de chances d'être épuré, qu'il a eu plus d'occasions de se métamorphiser profondément au contact de calcaires ou de s'altérer superficiellement. L'opération du métamorphisme en milieu calcaire paraît (quoique le fait ne soit pas absolument démontré) avoir eu pour résultat d'amener le phosphate de chaux à passer dans une scorie latérale, peut-être après avoir commencé par lui faire subir une première réduction sous l'influence des agents, qui ramenaient, en même temps, le sesquioxyde de fer à l'état de magnétite [1]. Certains districts, comme Norberg en Suède ou la Visokaya Gora dans l'Oural, montrent côte à côte des minerais siliceux riches en phosphore avec des minerais calcaires pauvres en phosphore.

---

(1) *Sur la réduction d'oligiste en magnétite par les hydrocarbures* (*Comptes rendus*, 11 février 1903).

» Le rôle épurateur des altérations superficielles est beaucoup plus net et très aisément explicable. Une telle altération a pour principe l'action de l'eau chargée d'oxygène et d'acide carbonique; sous cette influence, le minerai de fer et le phosphate ont tendance à se dissoudre en même temps; mais, tandis que le fer, surtout s'il y a excès d'oxygène atmosphérique, peut être reprécipité aussitôt en se peroxydant, le phosphate de chaux peut être entraîné au loin.

» D'une façon générale, les mêmes phénomènes d'altération, qui ont pour résultat de diminuer la teneur en phosphore, ont souvent augmenté la teneur initiale en manganèse et, plus exceptionnellement, quand ces substances se présentaient dans le gîte primitif, la teneur en baryum ou en cobalt. »

GÉOLOGIE. — *Sur la puissance de la formation nummulitique à Saint-Louis du Sénégal.* Note de M. STANISLAS MEUNIER.

« Au moment où l'attention est si vivement portée sur les formations éocènes du Sénégal, je crois très important de constater l'énorme épaisseur du calcaire nummulitique dans cette partie de l'Afrique occidentale.

» Il résulte, en effet, d'échantillons que je viens de recevoir de MM. Billiot et Gaden, ingénieurs-sondeurs à Bordeaux, qu'un forage actuellement en voie d'exécution à Saint-Louis et qui atteint $427^m,61$ de profondeur, a traversé sur 40^m (de 200^m de la surface à 240^m) un calcaire blanc rempli de grosses Nummulites, peut-être un peu plus ventrues que *Nummulites lævigata* Lamk. du calcaire grossier parisien, mais dont les filets cloisonnaires sont aussi serrés que dans cette espèce et affectent la même disposition générale.

» Cette formation, dont l'analogie avec des dépôts égyptiens bien connus saute aux yeux, est surmontée dans le forage dont j'ai les produits entre les mains par 200^m de couches remarquables par leur variété.

» Les 22 premiers mètres consistent en sables superficiels ($12^m,40$) et en argile renfermant des débris peu déterminables de coquilles évidemment actuelles. Puis viennent, jusqu'à la profondeur de 60^m environ, des dépôts qui ressemblent fréquemment à ceux de bien des plages soulevées et que provisoirement nous pouvons considérer comme quaternaires.

» C'est alors que se montrent des assises à faciès tertiaire et qui, jusqu'à 200^m, consistent surtout en sables quartzeux de diverses variétés avec intercalation de lits calcaires renfermant de très petites oolites ferrugineuses et de marnes très friables. A plusieurs niveaux, les foraminifères abondent ainsi que de petites coquilles turriculées qu'il faudra déterminer avec soin.

» Au-dessous de l'épais horizon nummulitique, c'est-à-dire à partir de 240^m, se pré-

sentent des calcaires plus ou moins sableux avec grains plus ou moins glauconnieux (jusqu'à la profondeur de 275^m), puis des marnes et des calcaires marneux jusqu'à 340^m environ.

» Alors on rencontre, avec un vif intérêt, et jusqu'à 410 mètres, des argiles plus ou moins blanchâtres toutes mouchetées de petites taches ocreuses analogues à celles que produit l'oxydation de la marcassite, et qui présentent une ressemblance bien imprévue avec certaines variétés de l'argile plastique de Montereau. Cette épaisse formation argileuse, qui repose sur des marnes grisâtres, se continuant jusqu'au fond actuel du forage, est interrompue par des sables dans lesquels, d'après un échantillon *lavé*, on rencontre des nummulites analogues à celles du niveau principal et d'autres foraminifères plus petits fort analogues à *Nonionina* de d'Orbigny.

» En somme, le forage de Saint-Louis, qui ne paraît pas être parvenu encore au-dessous des formations tertiaires, nous procure une donnée précieuse sur la puissance de celles-ci sur la côte du Sénégal. »

CHIMIE PHYSIOLOGIQUE. — *Sur le ferment de la maladie des vins poussés ou tournés.* Note de M. J. **Laborde**, présentée par M. Roux.

« On sait que Pasteur a établi, il y a longtemps, une corrélation entre l'altération des vins en fûts ou en bouteilles désignée sous le nom de *pousse* ou *tourne* et le développement, dans ces vins, de ferments filiformes assez caractéristiques. L'ensemble de leur action sur le vin est bien connu depuis les recherches de Pasteur et de M. Duclaux.

» Dans une Note précédente (¹), j'ai indiqué que la méthode d'isolement des germes par colonies sur plaques de gélatine pouvait s'appliquer aux ferments de Pasteur, et que j'avais pu ainsi, le premier, les cultiver, à l'état pur, dans divers milieux. Ces cultures m'avaient permis d'établir, tout d'abord, que des microbes pris dans des vins jeunes et sains ou dans des vins vieux altérés en bouteille, avaient la propriété commune d'être des ferments mannitiques analogues à celui de MM. Gayon et Dubourg, bien que la mannite fût complètement absente dans les vins considérés.

» Plus tard, en 1900, avec une culture pure d'un ferment isolé d'un vin nouveau, j'ai obtenu, dans ce vin préalablement stérilisé, une altération ayant tous les caractères de la maladie de la tourne (²), d'où l'indication importante que cette maladie ne néces-

---

(¹) *Sur les ferments des maladies des vins* (*Comptes rendus*, 1898).

(²) *Influence de la composition du vin sur le développement du ferment de la tourne* (*Revue de Viticulture*, 1901).

site pas, pour apparaître, l'association de plusieurs ferments de nature différente vivant en symbiose dans le vin [1].

» Pour confirmer cette première indication, j'ai pris, au mois d'avril 1901, deux vins jeunes, contenant un peu de sucre réducteur, l'un blanc, l'autre rouge, qui ont été divisés en plusieurs échantillons stérilisés, puis ensemencés :

» 1° Avec le ferment mannitique de MM. Gayon et Dubourg;

» 2° Avec le ferment de la tourne précédent;

» 3° Avec un ferment isolé d'un vin de 1890 tourné en bouteilles. Ces échantillons, qui étaient des bouteilles pleines, ont été conservés, avec des témoins non ensemencés, à la température du laboratoire, jusqu'au mois d'octobre 1903, où j'ai obtenu, entre autres, les résultats suivants :

	Acidité volatile en SO^4H^2.		Sucre réducteur restant.	
	Vin blanc.	Vin rouge.	Vin blanc.	Vin rouge.
	g	g	g	g
Vins témoins..........	0,75	0,83	2,90	2,00
Vins avec ferment n° 1.	0,94	1,08	1,60	0,90
» n° 2.	1,02	1,27	1,40	traces
» n° 3.	1,08	3,38	traces	»

» Le microscope montrait que les trois microbes s'étaient développés, avec l'aspect habituel du ferment de la tourne, dans le vin blanc comme dans le rouge, mais, d'après les chiffres ci-dessus, l'activité des microbes avait été plus grande dans le dernier cas. Cette activité avait été également variable pour chacun des ferments, ce qui permet déjà de leur attribuer une individualité distincte.

» Des six échantillons ensemencés, seul le vin n° 3 pouvait être considéré comme réellement tourné. En effet, non seulement le sucre réducteur avait complètement disparu, mais la crème de tartre qui n'avait pas été atteinte dans les autres avait diminué de 1g par litre dans celui-ci, et son acidité volatile très élevée était un mélange de 4g,53 d'acide acétique avec 0g,47 d'acide propionique. Le ferment n° 2 s'est montré peu actif dans cette expérience, alors que précédemment, dans le vin de 1899 d'où il avait été extrait, au bout de 8 mois, il avait donné 3g,01 d'acide acétique

[1] M. Duclaux, dans son *Traité de Microbiologie*, n'a pas admis ce résultat qui ressort rigoureusement cependant de mes recherches.

et 0g,30 d'acide propionique, pendant que la crème de tartre diminuait de 0,86 par litre.

» Le ferment n° 1 semble aussi n'être pas un ferment de la tourne, mais en présence des variations de l'activité des deux autres on ne peut l'affirmer. Tous les trois étaient encore vivants dans les vins analysés, car, en les portant dans l'eau de levure sucrée, ils donnaient une fermentation comme ci-dessus. Au commencement de cette expérience, qui a duré 2 ans et demi, j'ai voulu confirmer la certitude que j'avais de l'homogénéité des semences de mes deux ferments de la tourne, en mettant à profit leur caractère d'être, comme le ferment de MM. Gayon et Dubourg, des ferments mannitiques. Tous les trois ont été ensemencés parallèlement dans de l'eau de levure sucrée à 20g par litre : 1° avec du glucose, 2° avec du lévulose, et, après l'arrêt du dégagement de CO^2 indiquant la disparition complète du sucre, l'analyse des six liquides a donné les chiffres suivants :

	Glucose.			Lévulose.		
	Ferment n° 1.	Ferment n° 2.	Ferment n° 3.	Ferment n° 1.	Ferment n° 2.	Ferment n° 3.
Mannite.......	néant	néant	néant	12g,26	11g,92	9g,23
Alcool.........	3g,20	3g,20	3g,20	néant	néant	néant
Acidité fixe....	3,40	3,36	3,31	1g,75	1g,56	2g,94
Acidité volatile.	1,90	1,94	1,91	2,58	3,00	3,00
Glycérine......	2,00	2,05	1,98	traces	traces	traces

» L'action de ces divers ferments sur le glucose est donc identique et l'on pourrait les confondre en ne tenant compte que de cette propriété. Les petites différences qui existent dans la fermentation du lévulose tiennent à ce que ce dernier sucre a permis à chaque microbe de mieux montrer l'individualité de sa race. Cette individualité s'est affirmée dans une deuxième analyse faite sur les mêmes liquides au lévulose 2 mois après la première et ayant donné les chiffres ci-après :

	Ferment n° 1.	Ferment n° 2.	Ferment n° 3.
Mannite..........	9g,86	9g,15	traces
Acidité fixe........	2,22	1,47	2g,80
Acidité volatile.....	2,88	3,76	5,44

» Donc, la mannite formée peut être attaquée après la disparition du lévulose et même disparaître complètement à son tour; c'est là un fait nouveau qui sera mieux étudié plus tard.

» On peut donc conclure qu'il y a des races de ferments filiformes, vivant dans le vin, qui sont à la fois des ferments mannitiques et des fer-

ments de la tourne bien caractérisés [1]. L'influence du milieu sur ces organismes est très grande; son étude et celle des phénomènes d'adaptation permettront d'expliquer bien des faits relatifs aux maladies des vins. »

PHYSIOLOGIE. — *L'infantilisme et la glande interstitielle du testicule.* Note de MM. P. **Bouin** et P. **Ancel**, présentée par M. Alfred Giard.

« Au cours de nos recherches expérimentales sur la glande interstitielle du testicule, nous avons sectionné le canal déférent entre deux ligatures, à plusieurs séries de jeunes animaux (Cobayes, Lapins, Chiens). Ces opérations nous ont donné des résultats apparemment contradictoires. Les jeunes Cobayes ont offert un développement normal de leurs testicules et ont acquis tous les attributs des animaux entiers. Il n'en a pas été de même pour un certain nombre de nos jeunes Lapins qui ont acquis, à la suite de cette opération, tous les caractères des castrats. Ce sont les résultats de ces expériences que nous désirons interpréter dans cette Communication.

» Nos Lapins ont subi la résection d'une certaine étendue (5^{mm} à 6^{mm}) de leur canal déférent à l'âge de 7 à 8 semaines. Ces animaux ont été maintenus en observation jusqu'à l'âge de 8 mois. Ils sont restés grêles et petits; leur tractus génital ne s'est pas développé; leur verge est réduite à un mince cordon incapable d'érection; il est impossible de faire sortir le gland hors du fourreau. Mis en présence d'une femelle, ils ne manifestent aucun instinct sexuel. A ce point de vue, ils sont semblables aux individus castrés dans le jeune âge.

» L'examen du testicule fournit les renseignements suivants : les organes ont conservé à peu de chose près la taille qu'ils possédaient au moment de l'opération; ils sont richement vascularisés. Les canalicules séminifères *ont encore leur structure embryonnaire;* ils renferment de grandes et petites cellules germinatives (encore appelées respectivement *ovules mâles* et *cellules folliculeuses*). Les cellules interstitielles présentent un aspect éminemment suggestif : la plupart de ces cellules sont aplaties ou fusiformes; leur noyau est central; elles ne renferment pas ou très peu de produits de sécrétion. Un nombre excessivement restreint parmi ces éléments atteint à peu près les dimensions normales, mais leur protoplasme ne présente pas les signes fournis par ces éléments quand ils sont en activité sécrétoire. De plus, toutes ces cellules fabriquent du pigment, pigment diffus, constitué par des particules ténues qui imprègnent tont le

(1) J'ai réuni une collection assez nombreuse de ces ferments d'origines différentes, français et étrangers; je pense pouvoir caractériser ainsi un plus grand nombre de races.

corps cellulaire. En un mot, ils présentent les signes cytologiques d'un arrêt de leur fonction glandulaire et se caractérisent par une déviation de leur métabolisme normal. De plus, par la présence du pigment, ils rappellent les cellules interstitielles qui ont subi l'involution sénile.

» Par conséquent, la résection du canal déférent chez nos opérés a eu pour résultat l'arrêt du développement testiculaire. Nous sommes disposés à admettre que cet arrêt est dû à la destruction du plexus déférentiel dont les ramifications accompagnent le canal déférent. Cette interprétation est justifiée par les résultats expérimentaux de Marassini. Cet auteur a obtenu, en effet, l'involution du testicule en détruisant la gaine conjonctive qui entoure le canal déférent. Il en a sans doute été de même dans notre expérience, puisque la ligature du canal déférent *seul* n'entrave pas l'évolution de la glande génitale, et puisque toutes les voies vasculaires avaient été conservées.

» Est-ce l'absence des éléments constitutifs de la lignée spermatogénétique, ou du syncytium sertolien, ou l'absence de la sécrétion interne d'origine interstitielle qui a conservé à nos animaux leurs caractères infantiles? Dans une Communication antérieure, nous avons démontré que l'apparition des caractères sexuels secondaires est sous la dépendance de la glande interstitielle seule; or nous venons de voir que la glande interstitielle existe chez nos opérés; l'état morphologique des éléments constitutifs de cette glande nous montre toutefois qu'ils n'élaborent plus leurs matériaux habituels et qu'ils ont subi une involution pigmentaire. C'est donc au *manque de la glande interstitielle qu'il faut rapporter l'arrêt du développement des caractères sexuels mâles et la production de l'infantilisme testiculaire.*

» Ces résultats nous donnent à penser que les cellules interstitielles trouvées par certains auteurs dans les testicules d'individus infantiles devaient être arrêtées dans leur fonctionnement et présenter des signes cytologiques analogues à ceux que nous venons de signaler. »

BIOLOGIE GÉNÉRALE. — *De la corrélation des caractères susceptibles de sélection naturelle.* Note de M. G. Coutagne, présentée par M. Alfred Giard.

« L'idée fondamentale du darwinisme, c'est-à-dire la croyance en l'efficacité de la sélection naturelle des petites variations comme facteur de cœnogenèse, a été fortement battue en brèche ces dernières années, et l'on a été jusqu'à déclarer que *la variation individuelle faible ne conduit jamais à la formation d'espèces nouvelles.*

» Les deux principaux motifs invoqués sont, d'une part, que les petites variations ne sont pas susceptibles de produire des effets cumulatifs et, d'autre part, que les dispositions morphologiques attribuées à la sélection naturelle sont le plus souvent d'une *utilité* très contestable.

» J'ai montré, dans une Note précédente [1], quel était le mécanisme de la sélection artificielle des petites variations et l'efficacité incontestable de cette sélection. Pour peu que l'un des sens de la variabilité *continue* d'un caractère variable ait constitué une *tendance utile*, il est donc présumable que la sélection naturelle a dû provoquer l'évolution de l'espèce dans ce même sens.

» Mais, si la tendance considérée est *inutile*, il semble bien au premier abord que la sélection naturelle n'a pas dû s'exercer.

» C'est ainsi que dans le cas, si souvent discuté comme exemple, de l'allongement du cou de la Girafe, on a fait remarquer, non sans raison, que cette particularité de structure paraissait plus nuisible qu'avantageuse. La réduction du volume du fémur chez l'ancêtre de la Baleine a été aussi signalée comme une variation manifestement indifférente, et qui dès lors n'avait pu être déterminée par la sélection naturelle.

» Mais on peut répondre à ces critiques de la façon suivante :

» Une modalité a_1 d'un caractère a peut être liée corrélativement à une modalité b_2 d'un autre caractère b, cette corrélation pouvant être d'ailleurs purement fortuite à ses débuts. En pareil cas, la sélection naturelle de b dans le sens b_2 entraînera la sélection indirecte de a dans le sens a_1. Si le caractère a est morphologique et le caractère b physiologique, le simple fait de la survivance des plus aptes (sélection naturelle dans le sens b_1) aura pour conséquence un mouvement évolutif continu de l'espèce dans le sens morphologique a_1, même si cette modalité a_1 est désavantageuse, pour peu que les avantages de l'évolution dans le sens b_2 soient plus grands que les inconvénients de l'évolution dans le sens a_1.

» Par caractères *physiologiques*, j'entends simplement désigner ceux qui ne sont pas seulement relatifs, comme les caractères *morphologiques*, aux arrangements, dispositions et proportions relatives des organes, mais qui concernent au contraire le fonctionnement biologique intime de ces organes.

» La corrélation d'un caractère morphologique avec un caractère physiologique en

---

[1] *De la sélection des petites différences que présentent les caractères à variations continues* (*Comptes rendus*, séance du 4 janvier 1904, p. 54).

apparence indépendant n'est pas une simple vue de l'esprit. On a constaté expérimentalement depuis longtemps déjà, en zootechnie, que la précocité artificiellement réalisée chez les animaux de boucherie entraînait corrélativement une réduction importante de l'ossature. De même j'ai constaté, au cours de mes recherches expérimentales chez les Vers à soie, que l'augmentation de grosseur des glandes soyeuses entraînait corrélativement, dans certaines conditions que j'ai précisées, un ralentissement de la vitesse évolutive individuelle, ralentissement très préjudiciable à la race qui en est affectée.

» Il convient de rappeler également, à ce sujet, quoiqu'il s'agisse cette fois de variations discontinues, certaines corrélations signalées par H. de Vries chez les différentes *mutations* de l'*Œnothera Lamarkiana* qu'il a obtenues de 1888 à 1895, corrélations dont il a vérifié la constance héréditaire pendant plusieurs générations successives. La mutation *Œ. gigas*, apparue en 1895, s'est trouvée « beaucoup plus forte et plus robuste que l'espèce mère.... peut-être même est-elle mieux appropriée aux exigences du monde ambiant que la forme originale »; tandis que la mutation *Œ. rubrinervis*, apparue en 1891, s'était trouvée au contraire « très fragile » et incapable de soutenir la lutte pour l'existence à l'état spontané [1].

» Les deux groupes de caractères morphologiques que présentaient les mutations *gigas* et *rubrinervis* et qui paraissaient indifférents en eux-mêmes étaient donc respectivement corrélatifs de caractères physiologiques favorables pour *gigas*, et défavorables pour *rubrinervis*. En sorte que, si ces différentes mutations étaient apparues dans une colonie sauvage d'*Œ. Lamarkiana*, la sélection naturelle aurait assuré la survivance de la mutation *gigas*, au détriment du type primitif *Lamarkiana* et de la mutation *rubrinervis*.

» En résumé, dans cette matière comme en beaucoup d'autres, *ce qu'on voit* est bien moins important que ce qu'on ne voit pas : les caractères morphologiques qui frappent l'œil du naturaliste, et servent à définir les espèces comme une marque de fabrique sert à reconnaître une marchandise (certains cas de mimétisme étant assimilables à certaines falsifications de marques), sont le plus souvent *indifférents* à l'espèce, et ont dès lors un rôle beaucoup moindre, en ce qui concerne le jeu de la sélection naturelle, que d'autres caractères, *corrélatifs des premiers*, mais bien plus difficiles à saisir et à définir, et dont les variations, corrélatives des variations morphologiques, sont au contraire nettement nuisibles ou favorables à l'espèce. »

---

[1] *Recherches expérimentales sur l'origine des espèces* (*Revue générale de Botanique*, t. XIII, 1901, p. 12 et 13).

BIOLOGIE GÉNÉRALE. — *Étude analytique du phénomène de la vie oscillante.* Note de M. **Joseph Deschamps**, présentée par M. Alfred Giard.

« J'ai montré [1] qu'il est possible de soumettre au calcul les variations quantitatives de substance vivante correspondant à un processus nutritif déterminé.

» La *quantité* s de cette substance est en effet fonction de la durée de ce processus. Si donc on pose

$$s = F(t),$$

on tire de là, par différentiation,

$$ds = F'(t)\,dt;$$

et, inversement, si l'on pose

$$ds = f(t)\,dt,$$

on obtient, par intégration,

$$s = \int_0^t f(t)\,dt.$$

Tout revient à déterminer la nature des fonctions F ou f, qui dépendent des conditions dans lesquelles s'accomplit le processus.

» Quant à la *qualité* même de ce processus, elle est représentée à chaque instant par le rapport $\frac{ds}{s} = d\sigma$, c'est-à-dire par la variation infinitésimale de l'unité de poids de substance, variation qu'il est naturel de désigner sous le nom de *coefficient évolutif*.

» A ce coefficient $d\sigma$ se rattache la dérivée seconde $\frac{d^2\sigma}{dt^2}$, qui représente ce qu'on peut appeler l'*accélération évolutive*, et dont le signe, positif ou négatif, correspond aux nutritions accélérées ou retardantes, d'une si grande importance en Physiologie et en Pathologie. La connaissance soit de $d\sigma$, soit de $\frac{d^2\sigma}{dt^2}$, permet de remonter aux valeurs de ds et de s, et par conséquent d'étudier le phénomène dans toute son étendue.

» Ainsi, dans le cas simple où le coefficient évolutif est constant et où par conséquent l'évolution est *uniforme*, on a

$$d\sigma = k\,dt,$$

d'où l'on tire

(1) $$s = s_0 e^{kt}.$$

---

[1] *Bulletin de la Société philomathique*, année 1901-1902, nos 3-4.

» Le coefficient k peut être négatif, et alors, en mettant son signe en évidence, on a

$$s = s_0 e^{-k't}. \tag{2}$$

» Les équations (1) et (2) représentent la croissance et la décroissance dans le cas simple, mais fondamental, de l'évolution uniforme, et se traduisent géométriquement par des logarithmiques, l'une ascendante, l'autre descendante, asymptotes à l'axe OT des temps.

» Un autre cas, qui correspond à une réalisation pratique fréquente, est celui exprimé par la formule

$$ds = Ce^{-kt}\,dt,$$

de laquelle on tire

$$s = s_0 + \frac{C}{k}(1 - e^{-kt}). \tag{3}$$

» Cette équation se traduit encore par une logarithmique ascendante, mais dont l'asymptote est parallèle à l'axe OT, à la distance $s_0 + \frac{C}{k}$. On se trouve ainsi dans le cas *d'une évolution croissante limitée*, ce qui est le propre de la plupart des organismes.

» Cela étant, la vie oscillante, étudiée tout particulièrement par M. Noë [1], est caractérisée par des alternatives d'augmentation et de diminution, qui peuvent être regardées comme la succession d'évolutions, les unes croissantes, les autres décroissantes, et dont nous nous proposons d'étudier deux cas particuliers.

» Le premier est celui qui correspond à la succession par alternance des processus représentés par les équations (1) et (2).

» En supposant constante et égale à θ la durée de chacun des processus élémentaires, nous aurons, en désignant par $s_1, s_2, \ldots, s_n, s_{2n+1}$, les quantités de substance existant à la fin des intervalles $\theta, 2\theta, \ldots, 2n\theta, (2n+1)\theta$, et en commençant par le processus de croissance,

$$\begin{aligned}
s_1 &= s_0 e^{k\theta},\\
s_2 &= s_1 e^{-k'\theta} = s_0 e^{(k-k')\theta},\\
s_3 &= s_2 e^{k\theta} = s_0 e^{(2k-k')\theta},\\
&\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots,\\
s_{2n} &= \qquad = s_0 e^{n(k-k')\theta},\\
s_{2n+1} &= \qquad = s_0 e^{[(n+1)k-nk']\theta}.
\end{aligned}$$

---

[1] J. Noë, *Recherches sur la vie oscillante* (Thèse de Paris, 1903).

» L'ensemble du phénomène est alors représenté par une série d'arcs de logarithmiques, les unes ascendantes, les autres descendantes, formant une ligne brisée à sommets supérieurs et inférieurs, lesquels se trouvent sur deux nouvelles logarithmiques. Les longueurs de ces arcs successifs vont d'ailleurs en augmentant avec n.

» Le second cas est celui qui correspond à la succession des processus représentés par les équations (3) et (2).

» En dirigeant le calcul comme précédemment, on trouve

$$s_{2n} = s_0 e^{-nk'} + \frac{c}{k}(1 - e^{-k\theta})(e^{-k'\theta} + e^{-2k'\theta} + \ldots + e^{-nk'\theta}),$$

$$s_{2n+1} = s_0 e^{-nk'} + \frac{c}{k}(1 - e^{-k\theta})(1 + e^{-k'\theta} + e^{-2k'\theta} + \ldots + e^{-nk'\theta}).$$

» Ce cas est intéressant surtout par le fait que les quantités s_{2n} et s_{n+1} tendent respectivement vers les limites

$$(\lim s_{2n})_{n=\infty} = \frac{c}{k}\,\frac{1 - e^{-k\theta}}{1 - e^{-k'\theta}}\,e^{-k'\theta},$$

$$(\lim s_{2n+1})_{n=\infty} = \frac{c}{k}\,\frac{1 - e^{-k\theta}}{1 - e^{-k'\theta}}.$$

» Par conséquent, *le processus évolutif considéré tend vers un régime oscillatoire régulier dont les limites précédemment trouvées et dont l'amplitude* $\frac{c}{k}(1 - e^{-k\theta})$ *sont indépendantes de la quantité initiale de substance vivante* s_0 *mise en œuvre*. Quant à l'amplitude de l'oscillation limite, elle tend vers zéro en même temps que sa durée θ.

» Ces résultats théoriques sont conformes à un grand nombre de résultats expérimentaux. »

La séance est levée à 4 heures un quart.

M. B.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

OUVRAGES REÇUS DANS LA SÉANCE DU 4 JANVIER 1904.

Les vibrations de la vitalité humaine. Méthode biométrique appliquée aux sensitifs et aux névrosés, par HIPPOLYTE BARADUC. Paris, J.-B. Baillière et fils, 1904; 1 vol. in-8°. (Présenté par M. d'Arsonval.)

Annuaire statistique et descriptif des distributions d'eau de France, Algérie et Tunisie, Belgique, Suisse et grand-duché de Luxembourg [par MM. IMBEAUX, HOC, VAN LINT et PETER]. Paris, Vve Ch. Dunod, 1903; 1 vol. in-8°. (Présenté par M. Brouardel, au nom des Auteurs et de l'Éditeur, pour le concours Montyon, Médecine et Chirurgie.)

Annales de Chimie et de Physique, par MM. Berthelot, Mascart, Moissan; 8e série, t. I, janvier 1904. Paris, Masson et Cie, 1904; 1 fasc. in-8°.

Journal de Pharmacie et de Chimie, Rédacteur principal : M. RICHE; 95e année, 6e série, t. XIX, n° 1, 1er janvier 1904. Paris, Octave Doin; 1 fasc. in-8°.

Mémoires de la Société d'Agriculture, Commerce, Sciences et Arts du département de la Marne; 2e série, t. V, 1901-1902. Châlons-sur-Marne, 1903; 1 vol. in-8°.

Revue scientifique, paraissant le samedi. Directeur : Dr TOULOUSE; 5e série, t. I, n° 1, 2 janvier 1904. Paris; 1 fasc. in-4°.

La Nature, Revue des Sciences et de leurs applications aux Arts et à l'Industrie, journal hebdomadaire illustré. Directeur : HENRI DE PARVILLE; 32e année, n° 1597 2 janvier 1904. Paris, Masson et Cie; 1 fasc. in-4°.

Le Magasin pittoresque. Directeur : ÉMILE FOUQUET; Rédacteur en chef : É. BEAUGUITTE; 72e année, n° 1, 1er janvier 1904. Paris; 1 fasc. in-4°.

Moniteur industriel, économique, commercial, financier; 31e année, n° 1, samedi 2 janvier 1904. Paris, Bruxelles; 1 fasc. in-4°.

Le Progrès médical; 33e année, 3e série, t. XIX, n° 1, 2 janvier 1904. Paris; 1 fasc. in-4°.

La Tribune médicale; 37e année, série nouvelle, n° 1, 2 janvier 1904. Paris; 1 fasc. in-f°.

Carl Friedrich Gauss Werke, herausgegeb. v. der Königlichen Gesellschaft der Wissenschaften zu Göttingen; Bd. IX. Leipzig, B.-G. Teubner, 1903; 1 vol. in-4°. (Présenté par M. Darboux.)

On a remarkable effect produced by the momentary relief of great pressure, by J.-Y. BUCHANAN. (Extr. des *Proceedings of the Royal Society*, vol. LXXII, 1903.) 1 fasc. in-8°.

Molluskkerne i Danmarks Kridtaflejringer. III. *Stratigrafiske Undersogelser*, af J.-P.-J. RAVN; med 1 Tavle (avec un résumé en français). (*Mémoires de l'Académie royale des Sciences et des Lettres de Danemark;* 6e série, section des Sciences, t. XI, n° 6.) Copenhague, 1903; 1 vol. in-4°.

Mijloce de investigatiune ale meteorologici, Discurs... de STEFAN-C. HEPITES, cu Respuns de Dr I. FELIX. (Academia Romana : *Discursuri de receptiune*, XXV.) Bucharest, Institut Carol Göbl, 1903; 1 fasc. in-4°.

Die Feuerungsanlagen der Zukunft für Neubauten, Herde, Kachelöfen und für Dampfmaschinen jeder Art, von JULIUS GERSDORFF. Weimar, chez l'auteur, s. d.; 1 fasc. in-4°.

R. Universita Romana. Scuola d'applicazione per gl' Ingegneri. Annuario per l'anno scolastico 1903-1904. Rome, 1903; 1 vol. in-12.

La R. Scuola superiore d'Agricoltura di Portici. Portici, E. Della Torre, 1903; 1 vol. in-8°.

OUVRAGES REÇUS DANS LA SÉANCE DU 11 JANVIER 1904.

Association française pour l'avancement des Sciences. Conférences de Paris. Compte rendu de la 32e *session : Congrès d'Angers*, 1903; 1re Partie : *Documents officiels; procès-verbaux*. Paris, Masson et Cie, 1903; 1 vol. in-8°. (Présenté par M. Giard.)

Contribution à l'Étude de la flore adventice française : *L'Impatiens parviflora* DC, par H. GINDRE. Chalon-sur-Saône, E. Bertrand, 1903; 1 fasc. in-8°.

Sur l'utilité médicinale de quelques plantes vulgaires, par H. GINDRE. Chalon-sur-Saône, E. Bertrand, s. d.; 1 fasc. in-8°.

La fièvre jaune à la Guyane avant 1902 *et l'épidémie de* 1902, par M. A. GARNIER. Paris, Imprimerie nationale, Octave Doin, éditeur, 1903; 1 vol. in-8°.

Marseille médical, journal bi-mensuel. Directeur : CH. LIVON; 41e année, no 1, 1er janvier 1904; 1 fasc. in-8°.

La Lancette française, Gazette des hôpitaux civils et militaires; 77e année, nos 1, 2, 3, janvier 1903. Paris. 3 fasc. in-4°.

Journal d'Agriculture pratique, moniteur des comices, des propriétaires et des fermiers; 68e année, no 1, 7 janvier 1904. Paris; 1 fasc. in-4°.

Journal de l'éclairage au gaz; 52e année, no 1, 5 janvier 1904. Paris, 1 fasc. in-4°.

Observations des taches et des facules solaires, faites à l'Observatoire d'Odessa, du mois de septembre 1894 jusqu'au mois de juin 1895. Odessa, 1903; 1 fasc. in-8°.

Appendix to Nautical Almanac 1904 : Corrections to the apparent places of Nautical Almanac stars visible at Greenwich. 1 fasc. in-8°.

On the propagation of tremors over the surface of an elastic solid, by HORACE LAMB. (*Phil. Trans.*, A, vol. CCIII, 1904, p. 1-42.) Londres; 1 fasc. in-4°.

Les Coprolithes de Bernissart, par C.-EG. BERTRAND. 1re Partie : *Les Coprolithes qui ont été attribués aux Iguanodons*. (Extr. des *Mém. du Musée R. d'Hist. nat. de Belgique*; t. I, 1903.) Bruxelles; 1 vol. in-4°.

Pulse and rhythm, by MARY HALLOCK-GREENEWALT. (Extr. de *The popular science monthly*, sept. 1903.) 1 fasc. in-8°.

Proceedings of the Royal Institution of Great Britain; vol. XVII, part 1, no 96. Londres, 1903; 1 vol. in-8°.

Sammelschrift der mathematisch-naturwissenschaftlich-ärztlichen Section der Sevcenko-Gesellschaft der Wissenschaften in Lemberg; Bd. IX. Lemberg, 1903; 1 vol. in-8°.

Annalen der Physik, herausgegeb. v. Paul Drude; Folge IV, Bd. XIII, Heft 1, 1904. Leipzig, J.-A. Barth; 1 vol. in-8°.

Beiblätter zu den Annalen der Physik, herausg. v. Walter König; Bd. XXVIII, Heft 1. Leipzig, J.-B. Barth, 1904; 1 fasc. in-8°.

(*A suivre.*)

ERRATA.

(Séance du 18 janvier 1904.)

Note de M. *Paillot,* Action du bromure de radium sur la résistance électrique du bismuth :

Page 140, ligne 17, *au lieu de* 15.1034, *lisez* 151034.

Note de M. *Arsandaux,* Sur un trachyte à noséane du Soudan français :

Page 163, ligne 10, *au lieu de* roche éruptive, *lisez* roche volcanique.

N° 4.

TABLE DES ARTICLES. (Séance du 25 janvier 1904.)

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS
DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

NOMINATIONS.

MÉMOIRES PRÉSENTÉS.

CORRESPONDANCE.

N° 4.

SUITE DE LA TABLE DES ARTICLES.

PARIS. — IMPRIMERIE GAUTHIER-VILLARS,
Quai des Grands-Augustins, 55.

Le Gérant Gauthier-Villars.

1904

PREMIER SEMESTRE.

COMPTES RENDUS

HEBDOMADAIRES

DES SÉANCES
DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES

PAR MM. LES SECRÉTAIRES PERPÉTUELS.

TOME CXXXVIII.

N° 5 (1er Février 1904).

PARIS,

GAUTHIER-VILLARS, IMPRIMEUR-LIBRAIRE
DES COMPTES RENDUS DES SÉANCES DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES,
Quai des Grands-Augustins, 55.

1904

RÈGLEMENT RELATIF AUX COMPTES RENDUS,

ADOPTÉ DANS LES SÉANCES DES 23 JUIN 1862 ET 24 MAI 1875.

Les *Comptes rendus hebdomadaires des séances de l'Académie* se composent des extraits des travaux de ses Membres et de l'analyse des Mémoires ou Notes présentés par des savants étrangers à l'Académie.

Chaque cahier ou numéro des *Comptes rendus* a 48 pages ou 6 feuilles en moyenne.

26 numéros composent un volume.

Il y a deux volumes par année.

ARTICLE 1er. — *Impression des travaux de l'Académie.*

Les extraits des Mémoires présentés par un Membre ou par un Associé étranger de l'Académie comprennent au plus 6 pages par numéro.

Un Membre de l'Académie ne peut donner aux *Comptes rendus* plus de 50 pages par année.

Les communications verbales ne sont mentionnées dans les *Comptes rendus*, qu'autant qu'une rédaction écrite par leur auteur a été remise, séance tenante, aux Secrétaires.

Les Rapports ordinaires sont soumis à la même limite que les Mémoires; mais ils ne sont pas compris dans les 50 pages accordées à chaque Membre.

Les Rapports et Instructions demandés par le Gouvernement sont imprimés en entier.

Les extraits des Mémoires lus ou communiqués par les correspondants de l'Académie comprennent au plus 4 pages par numéro.

Un Correspondant de l'Académie ne peut donner plus de 32 pages par année.

Dans les *Comptes rendus*, on ne reproduit pas les discussions verbales qui s'élèvent dans le sein de l'Académie; cependant, si les Membres qui y ont pris part désirent qu'il en soit fait mention, ils doivent rédiger, séance tenante, des Notes sommaires, dont ils donnent lecture à l'Académie avant de les remettre au Bureau. L'impression de ces Notes ne préjudicie en rien aux droits qu'ont ces Membres de lire, dans les séances suivantes, des Notes ou Mémoires sur l'objet de leur discussion.

Les Programmes des prix proposés par l'Académie sont imprimés dans les *Comptes rendus*, mais les Rapports relatifs aux prix décernés ne le sont qu'autant que l'Académie l'aura décidé.

Les Notices ou Discours prononcés en séance publique ne font pas partie des *Comptes rendus*.

ARTICLE 2. — *Impression des travaux des Savants étrangers à l'Académie.*

Les Mémoires lus ou présentés par des personnes qui ne sont pas Membres ou Correspondants de l'Académie peuvent être l'objet d'une analyse ou d'un résumé qui ne dépasse pas 3 pages.

Les Membres qui présentent ces Mémoires sont tenus de les réduire au nombre de pages requis. Le Membre qui fait la présentation est toujours nommé; mais les Secrétaires ont le droit de réduire cet Extrait autant qu'ils le jugent convenable, comme ils le font pour les articles ordinaires de la correspondance officielle de l'Académie.

ARTICLE 3.

Le *bon à tirer* de chaque Membre doit être remis à l'imprimerie le mercredi au soir, ou, au plus tard, le jeudi à 10 heures du matin; faute d'être remis à temps, le titre seul du Mémoire est inséré dans le *Compte rendu* actuel, et l'extrait est renvoyé au *Compte rendu* suivant, et mis à la fin du cahier.

ARTICLE 4. — *Planches et tirage à part.*

Les *Comptes rendus* n'ont pas de planches.

Le tirage à part des articles est aux frais des auteurs; il n'y a d'exception que pour les Rapports et les Instructions demandés par le Gouvernement.

ARTICLE 5.

Tous les six mois, la Commission administrative fait un Rapport sur la situation des *Comptes rendus* après l'impression de chaque volume.

Les Secrétaires sont chargés de l'exécution du présent Règlement.

Les Savants étrangers à l'Académie qui désirent faire présenter leurs Mémoires par MM. les Secrétaires perpétuels sont priés de les déposer au Secrétariat au plus tard le Samedi qui précède la séance, avant 5h. Autrement la présentation sera remise à la séance suivante

ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 1er FÉVRIER 1904,

PRÉSIDENCE DE M. MASCART.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

ASTRONOMIE PHYSIQUE. — *Présentation de l'Atlas de photographies solaires exécutées à l'Observatoire de Meudon;* par M. **J. Janssen.**

« J'ai l'honneur de présenter à l'Académie l'Atlas des photographies solaires obtenues sous ma direction, à l'Observatoire de Meudon, depuis sa fondation, en 1876.

» Pour composer cet Atlas, nous avons choisi dans nos collections qui s'élèvent actuellement à plus de 6000 clichés, ceux qui pouvaient résumer les états caractéristiques de la surface solaire, à savoir : la disposition en réseaux, petit réseau, réseau moyen, grand réseau; puis les facules; enfin les principaux types de taches vues vers le centre et aux bords.

» Cette collection résume donc en quelque sorte les principaux états sous lesquels la surface solaire se présente à nous. Elle sera indispensable aux études ayant pour objet l'histoire de cette surface depuis l'année 1876 jusqu'en 1903.

» Les astronomes et les physiciens pourront en déduire les conséquences qui en résultent pour la connaissance de la constitution de notre astre central, et l'on sait que ces notions sont en quelque sorte la base de nos idées sur le système solaire tout entier.

» Je dois maintenant décrire rapidement les procédés optiques et photographiques employés dans ces travaux.

» *Description de la lunette.* — Elle a été construite par Prazmowski, l'opticien de regrettable mémoire, d'après les principes que je lui avais indiqués, et que nous arrêtâmes ensemble.

» Le résultat cherché était d'obtenir un objectif donnant des images

formées avec un faisceau de rayons les plus actifs et aussi limité que possible.

» Pour cela, Prazmowski me tailla des prismes avec les matières qui lui paraissaient les plus propres à conduire à ce résultat. Ayant expérimenté un flint dont un prisme donnait un maximum très limité dans la région violette HH', je demandai à Prazmowski de construire un objectif avec ce flint, en achromatisant pour cette région.

» Nous obtînmes ainsi un objectif donnant des images très sensiblement monochromatiques et formées de radiations violettes, les plus actives pour la photographie.

» En même temps, nous réduisîmes le temps de pose à environ $\frac{1}{3000}$ de seconde au moyen d'une fente de construction spéciale (¹). Cette durée si courte permettait d'obtenir une image de l'astre formée par une impression en quelque sorte unique et, dès lors, d'une netteté encore inconnue en Photographie solaire.

» C'est l'ensemble de ces dispositions, toutes nouvelles, qui nous a permis d'obtenir des images de notre astre central qui n'ont pas encore été égalées ailleurs, malgré les beaux travaux dont le Soleil a été l'objet à l'étranger.

» Je me plais à reconnaître ici la part qui revient à mes collaborateurs dans ce grand travail.

» Indépendamment de Prazmowski pour la partie optique, M. Arents, habile artiste photographe, attaché à l'Observatoire dès sa fondation, m'a très habilement aidé; on lui doit les images solaires obtenues à Meudon depuis 1876 jusqu'en 1880. M. Pasteur lui succéda alors, et c'est lui qui a exécuté la majeure partie des belles photographies que comprend le volume déposé sur le bureau. Je dois ajouter, et ici je réponds au désir de M. Pasteur lui-même, qu'il a été très efficacement assisté dans cette belle tâche par M. Corroyer.

» Je ne pense pas qu'il soit nécessaire d'insister aujourd'hui sur l'opportunité de photographier journellement et par des procédés comparables aux nôtres l'état de la surface de l'astre qui nous éclaire; ne suffit-il pas, en effet, de parcourir les feuilles de cet Atlas pour se convaincre de l'im-

---

(¹) La description de ce petit appareil formant fente variable et mobile, et qui permit d'atteindre ce résultat, a été donnée dans la Notice sur la Photographie solaire insérée dans l'*Annuaire du Bureau des Longitudes pour l'année* 1879. J'ajoute que le principe de cette fente a été employé depuis.

portance des études qui en résulteraient. Désormais, nous pourrions à tout instant remonter à une époque antérieure quelconque, avantage immense qui nous permettrait de nous rendre compte de l'état de la surface de l'astre à toute époque de son histoire. N'est-il pas à désirer que l'exemple donné par la France soit suivi dans d'autres contrées? Alors, les annales du Soleil seraient inscrites jour par jour et affranchies de ces lacunes auxquelles nous expose une station isolée, si bien choisie soit-elle.

» Nous pensons, Messieurs, avoir répondu d'une manière satisfaisante à la pensée qui a présidé à la création de l'observatoire que nous avons l'honneur de diriger depuis près d'un quart de siècle, et nous pouvons assurer que nous continuerons nos efforts pour augmenter encore les documents que nous sommes chargés de recueillir.

» Depuis que nous sommes entrés dans une nouvelle période d'activité solaire, l'opinion se préoccupe de plus en plus de l'influence que les taches peuvent exercer sur les phénomènes atmosphériques et sur les mouvements du magnétisme terrestre; il serait donc à désirer que l'on pût mettre, entre les mains des physiciens et des météorologistes, des photographies d'un format plus réduit et moins dispendieux. Notre intention est de demander les ressources nécessaires pour faire une édition nombreuse d'un plus petit format. »

CHIMIE MINÉRALE. — *Action du carbone sur la chaux vive à la température de fusion du platine.* Note de M. **Henri Moissan**.

« Nous avons cherché si, à la température de fusion du platine, il serait possible d'obtenir du carbure de calcium par réduction de la chaux vive au moyen du charbon.

» Pour réaliser cette expérience nous avons utilisé les tubes de silice, façonnés par la maison Heraeus de Hanau. Nous avons placé, dans une nacelle de graphite, un mélange de chaux vive et de charbon de sucre répondant aux proportions du carbure de calcium CaC^2. Cette nacelle était disposée au milieu d'un tube de silice et ce dernier était chauffé dans un petit four en chaux vive au moyen d'un chalumeau à oxygène et à gaz d'éclairage. En modérant la flamme, on arrivait très vite à une température voisine de la fusion du platine. Dans ces conditions, la silice se ramollit, mais le tube est soutenu par la nacelle et, bien qu'il se déforme et s'aplatisse légèrement, aucune fuite ne se produit. On a eu soin, au préalable,

d'emplir le tube de gaz hydrogène bien sec, et l'appareil est ouvert à l'une de ses extrémités pour que la pression n'augmente pas à l'intérieur.

» Le four en chaux vive était analogue à celui que nous avons employé dans des recherches précédentes ([1]) pour dissoudre le carbone dans certains métaux à la température de fusion du platine. Les extrémités du tube en silice étaient serties dans deux morceaux de tube de porcelaine dans lesquels elles entraient à frottement doux, et le joint était fait extérieurement au moyen de fil d'amiante enduit de minium et de silicate de potasse.

» Nous employons des tubes de silice de $0^m,20$ de longueur et de $0^m,01$ de diamètre. Ce tube était supporté par une petite rigole très mince en chaux vive, que deux cales de même substance maintenaient en place. De sorte que le jet du chalumeau venait frapper à la partie inférieure de cette rigole et ne portait pas directement sur le tube de silice. Les gaz chauds tournaient autour du tube et sortaient par la partie supérieure du four.

» Dans des expériences préalables, nous nous étions assuré que la fusion du platine s'obtenait avec facilité dans notre rigole de chaux vive après une marche de 5 minutes. Dans d'autres séries d'expériences, nous avons suivi l'augmentation de la température au moyen de la pince thermo-électrique de M. Le Chatelier.

» Voici le résultat de nos expériences qui, toutes, ont été répétées plusieurs fois.

» Un mélange intime et en poudre très fine de chaux vive et de charbon de sucre n'est pas attaqué après 10 minutes de chauffe à la température de fusion du platine. Il ne se fait pas trace de carbure de calcium. En plaçant la nacelle et son contenu dans un tube retourné rempli d'eau, il ne se dégage pas une bulle d'acétylène, après un contact de plusieurs jours. Il en est de même si l'on emploie une solution étendue d'acide chlorhydrique.

» En répétant et en variant cette expérience, nous avons reconnu un fait assez intéressant : c'est que la silice a une tension de vapeur notable avant son point de ramollissement. De telle sorte que, en chauffant notre mélange de charbon et de chaux vers 1200°, on voit se former lentement, à la surface de la chaux, de petites aiguilles d'un silicate de chaux insoluble dans l'eau et les acides étendus. Cette tension de vapeur notable de l'acide

---

([1]) H. Moissan, *Description d'un nouveau four chauffé au moyen du chalumeau à oxygène et à hydrogène* (*Annales de Chimie et de Physique*, 7e série, t. XXIV, 1901, p. 289).

silicique, avant son point de fusion, limitera malheureusement le nombre des expériences que l'on peut réaliser, à haute température, dans les tubes de silice.

» Nous avons démontré, dans des recherches antérieures, que la chaux pure ne pouvait pas être fondue au moyen du chalumeau à oxygène et à gaz d'éclairage ([1]). Nous reconnaissons, par ces nouvelles expériences, qu'avant son point de fusion la chaux n'est pas réduite par le charbon.

» Nous avons utilisé aussi ces tubes de quartz pour chercher si le point de fusion du carbure de calcium était inférieur au point de fusion du platine. En prenant des fragments de carbure de calcium cristallisés, à arêtes bien vives et en les chauffant dans le même appareil jusqu'à la déformation du tube de silice à une température où le platine fondait, nous n'avons pas obtenu trace de liquéfaction du carbure. Les arêtes des cristaux avaient gardé leur forme sans que la surface extérieure fût attaquée.

» Par contre, lorsque nous préparons du carbure de calcium pur dans notre four électrique, au moyen de chaux de marbre et de charbon de sucre ([2]), si nous retirons le creuset lorsque le carbure est encore liquide, et si nous introduisons dans la masse un fil de platine au moment de sa solidification, le platine est immédiatement fondu.

» Nous avons répété la même expérience avec un fil de platine iridié et avec la pince thermo-électrique en platine et platine iridié : le résultat a été le même. Au moment de sa solidification, le carbure de calcium se trouve à une température supérieure à celle de la fusion du platine. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Réduction directe des dérivés halogénés aromatiques par le nickel divisé et l'hydrogène.* Note de MM. **Paul Sabatier** et **Alph. Mailhe.**

« Le remplacement direct des halogènes par l'hydrogène dans le noyau aromatique est considéré comme fort difficile à réaliser.

» La méthode générale d'hydrogénation, instituée par l'un de nous avec

---

([1]) H. Moissan, *Sur quelques propriétés de la chaux en fusion* (*Comptes rendus*, t. CXXXIV, 1902, p. 136).

([2]) H. Moissan, *Préparation du carbure de calcium cristallisé* (*Comptes rendus*, t. CXVIII, 1894, p. 501, et *Annales de Chimie et de Physique*, 7e série, t. IX, 1896, p. 247).

M. Senderens, méthode qui permet si aisément de fixer 6^{at} d'hydrogène sur le noyau aromatique, grâce à l'action du nickel réduit maintenu au-dessous de 200°, échoue complètement quand du chlore, du brome ou de l'iode sont substitués dans le noyau, parce que le métal catalyseur se trouve altéré dès le début par une trace d'halogène et cesse dès lors d'agir comme ferment minéral.

» Nous avons cherché toutefois à observer la réaction qui a lieu dans ces cas, et nous avons été ainsi amenés à constater que le nickel réduit peut, en présence d'hydrogène, permettre d'atteindre la réduction directe des composés halogénés aromatiques, sans qu'il y ait addition d'hydrogène à ce noyau.

» *Dérivés chlorés.* — Si des vapeurs de *monochlorobenzène*, entraînées par de l'hydrogène en excès, sont dirigées sur du nickel réduit, maintenu vers 160°, on observe tout d'abord une absorption intense d'hydrogène, et il se condense une petite dose de cyclohexane C^6H^{12}, sans aucune proportion de cyclohexane monochloré $C^6H^{11}Cl$. Le chlore demeure tout entier fixé sur le nickel dont l'activité hydrogénante disparaît. En effet, au bout de peu de temps, on n'observe plus aucune diminution du volume d'hydrogène, et l'on condense seulement du chlorobenzène non modifié.

» Mais si l'on élève la température au-dessus de 270°, on aperçoit un dégagement abondant d'acide chlorhydrique, et le liquide condensé dans un récipient refroidi contient une forte proportion de benzène, qui, séparé par distillation, est caractérisé par son point d'ébullition et par sa transformation intégrale en nitrobenzène.

» Dans les conditions expérimentales dont nous disposions, la dose de benzène atteignait 40 pour 100, mais on pourrait atteindre une proportion bien plus forte, en se servant d'une colonne plus longue de métal réduit, ou en diminuant le débit du chlorobenzène traité. On observe en même temps la formation accessoire d'une quantité notable de diphényle, dont les cristaux tapissent le tube abducteur, et qui est facilement caractérisé par son point de fusion et sa grande solubilité dans l'alcool.

» Au contact du nickel à 270°, le chlorobenzène donne du chlorure de nickel, et le résidu C^6H^5, ainsi devenu libre, se combine à l'hydrogène pour donner du benzène, une faible proportion se transformant en diphényle. L'action se continue indéfiniment, parce que, à 270° et au-dessus, le chlorure de nickel est facilement réduit par l'hydrogène, qui régénère constamment le métal.

» En s'adressant aux dérivés polychlorés du benzène, on obtient une réduction analogue progressive, au-dessus de 270°, les atomes de chlore étant successivement remplacés par de l'hydrogène, sans aucune production accessoire appréciable.

» Avec le *métadichlorobenzène*, on a ainsi obtenu un mélange de 30 pour 100 de benzène, 60 pour 100 de monochlorobenzène, et environ 10 pour 100 de produit primitif non transformé.

» Le *paradichlorobenzène* a fourni une réduction totale en 35 pour 100 de benzène et 65 pour 100 de monochlorobenzène.

» Le *benzène hexachloré* C^6Cl^6 ou *chlorure de Julin* se comporte de la même façon à 270° : il fournit un liquide qui contient des trichlorobenzènes (surtout le dérivé 1.2.4), des benzènes dichlorés, et une certaine proportion de monochlorobenzène et même de benzène libre.

» Ainsi que l'avait trouvé Liecke, la présence de résidus forméniques ou d'oxhydriles sur le noyau aromatique facilite la réduction. Avec le *monochlorotoluène* 1.2, on a obtenu à 270°, du premier coup, un liquide renfermant plus de 50 pour 100 de toluène.

» Le *trichlorophénol* 2.4.6 est très aisément réduit à 270° et fournit environ 75 pour 100 de phénol pur, accompagné de monochlorophénol (surtout ortho).

» La présence sur le noyau de groupes amidés rend la réduction encore plus facile. Avec les *chloranilines ortho* ou *méta*, elle a lieu dès 200° et se poursuit aisément à température plus haute : on voit apparaître des cristaux de chlorhydrate d'aniline (fondant à 192°) et comme une partie du chlore se trouve immobilisée sur le nickel, on recueille, en même temps que le chlorhydrate, une certaine dose d'aniline libre, facile à distinguer de la chloraniline, parce qu'elle donne avec le chlorure de chaux une coloration pourpre au lieu d'une coloration bleue.

» On pouvait prévoir que les *chloronitrobenzènes* donneraient simultanément réduction du groupe nitré et remplacement du chlore par l'hydrogène : cette double réaction a lieu effectivement dès 180° et se continue facilement à température plus haute en donnant de l'eau, du chlorhydrate d'aniline, avec un peu d'aniline libre.

» *Dérivés bromés*. — La réduction des dérivés bromés aromatiques a lieu dans des conditions peu différentes, mais avec une facilité un peu moindre parce que la formation d'acide bromhydrique correspondant à un effet thermique plus faible, la réduction du bromure de nickel par l'hydrogène ne se produit que plus difficilement.

» Le *monobromobenzène* est réduit à 270° en benzène avec une certaine production latérale de diphényle. Nous avons de même constaté la réduction du *monobromotoluène* 1.4, des *bromanilines*, des *bromonitrobenzènes*. Le *tribromophénol* 2.4.6 conduit facilement à du phénol, accompagné surtout de monobromophénol para et de dibromophénol 2.4.

» *Dérivés iodés.* — Contrairement à ce qui a lieu pour les réductions réalisées avec l'acide iodhydrique, la réduction par le nickel et l'hydrogène est beaucoup plus difficile pour les dérivés iodés.

» Si l'on dirige les vapeurs d'*hydrobenzène*, entraînées par un excès d'hydrobenzène, sur le nickel réduit maintenu vers 270°, on n'observe aucun dégagement d'acide iodhydrique : il se condense tout d'abord une certaine dose de benzène ainsi que du diphényle; mais l'action ne tarde pas à s'arrêter parce que, l'iodure métallique n'étant pas réduit par l'hydrogène, le métal n'est pas régénéré et ne peut continuer la réduction.

» Pourtant, dès que l'on cesse d'envoyer avec l'hydrogène des vapeurs d'iodobenzène, les fumées d'acide iodhydrique apparaissent abondantes : l'iodure de nickel est donc réduit par l'hydrogène seul à 270°, mais la présence d'iodobenzène empêche cette réduction, sans doute parce que l'activité iodurante de ce composé surpasse l'activité réductrice de l'hydrogène sur l'iodure.

» La réduction pratique de l'iodobenzène pourrait, à la rigueur, être réalisée en faisant alterner l'action du mélange d'hydrogène et d'iodobenzène avec celle de l'hydrogène seul sur le nickel à 270°.

» Le chlorure de benzyle fournit, avec le nickel et d'hydrogène, une réaction toute spéciale sur laquelle nous reviendrons prochainement. Dans une communication ultérieure, nous aurons l'honneur d'indiquer les résultats de notre méthode de réduction appliquée aux dérivés halogénés de la série grasse. »

Observations au sujet de la Note précédente; par M. **Berthelot**.

« Les résultats obtenus par MM. Sabatier et Mailhe pour la substitution de l'hydrogène au chlore et à l'iode dans les dérivés substitués de la benzine sont fort intéressants, en raison de la méthode nouvelle employée par ces savants opérateurs. Peut-être me sera-t-il permis de les rapprocher des expériences que j'avais faites sur la même question en 1868, au moyen de

l'acide iodhydrique [1], et de signaler de nouveau les précautions à observer dans l'emploi de ce dernier agent et les obstacles que l'introduction des corps auxiliaires, tels que le phosphore rouge, l'iodure de phosphore, l'iodure de phosphonium, oppose à une hydrogénation complète; le phosphore rouge, l'iodure de phosphore, l'iodure de phosphonium ne conduisent pas à des réactions extrêmes et complètes, en raison des équilibres et des composés phosphorés particuliers, formés sous l'influence de ces corps.

» En fait, j'ai observé la régénération de la benzine, C^6H^6, au moyen de la benzine chlorée, C^6H^5Cl (p. 150); de la benzine perchlorée, C^6Cl^6 (p. 151), et du perchlorure de benzine, $C^6H^6Cl^6$; ainsi que la transformation de la benzine en hydrures plus avancés, celle des hydrures multiples de la naphtaline, du camphène et du terpilène, et déterminé les conditions nécessaires pour atteindre avec la benzine la formation d'un hydrure d'hexyle, C^6H^{14}, plus difficile à réaliser, mais démontrée par les analyses (p. 101-107). »

ZOOLOGIE. — *Sur les mains scapulaires et pelviennes des Poissons holocéphales et chez les Dipneustes*. Note de M. **Armand Sabatier**.

« Dans deux Notes précédentes (30 novembre et 28 décembre 1903) j'ai établi chez les Poissons osseux et chez les Sélaciens l'existence de mains des ceintures indépendantes des mains terminales des membres. On rencontre également des mains des ceintures chez les Holocéphales et chez les Dipneustes. Chez *Chimæra monstrosa*, qui est le représentant le plus connu du petit groupe des Holocéphales, trait d'union entre les Sélaciens et les Ganoïdes, se trouvent, au bassin notamment, des dispositions très remarquables et très démonstratives. Chez le mâle on remarque, en arrière des foramens nerveux de la ceinture ou plaque ischio-pubienne, la saillie très accentuée formée par le membre et portant un large métatarsien syn-

---

[1] Voir l'exposé détaillé de ces expériences réuni dans le Tome III de mon Ouvrage intitulé : *Les carbures d'hydrogène*. Gauthier-Villars, 1901. — Signalons au point de vue des méthodes : la nécessité de mettre en œuvre l'acide iodhydrique en solution saturée sous une densité égale ou supérieure à 2,0 et employé en très grand excès, afin d'en maintenir la concentration pendant toute la durée des réactions; en opérant en tubes scellés, à une température à peu près constante, maintenue entre 280° et 300°, au sein d'un bain d'huile et non dans des bains d'air, ou des masses de fonte, dont la température peut être variable et incertaine.

thétique et triangulaire, où des sillons et des échancrures marginales permettent de reconnaître deux métatarsiens soudés portant à leur tour des phalanges, et un troisième interne formant la portion basilaire de l'organe copulateur. Ainsi sont constitués le membre pelvien et sa main terminale. Mais le bord antérieur de la plaque ischio-pubienne, qui se recourbe de chaque côté de la ligne médiane en une crête qui limite en avant une fosse ischio-pubienne, porte de chaque côté, et articulée sur cette crête, une lame cartilagineuse oblongue et bifide à son sommet, comme le métatarsien de la main du membre. Cette pièce, qui est susceptible de mouvements étendus, est pourvue d'un appareil musculaire comparable à celui qui meut la main du membre, et porte sur son bord interne six griffes aiguës et recourbées. On ne peut hésiter à considérer ces appareils comme des mains de la ceinture, capables de préhensions, cachées à l'état de repos dans une poche cutanée sous-pelvienne, s'ouvrant par un orifice en boutonnière, d'où elles sortent pour se porter en avant et en dedans, quand elles doivent saisir. Elles sont probablement destinées à fixer la femelle pendant l'acte copulateur. Les griffes y représentent les rayons dermiques de la main du membre ou nageoire. On conçoit que si ces mains de la ceinture étaient condamnées à l'immobilité, la poche qui les renferme et la boutonnière s'obstrueraient, ramenant ainsi ces mains pelviennes à la situation et aux relations des apophyses prépubiennes sous-cutanées des Sélaciens. Nous avons donc eu raison de considérer ces dernières comme des mains de la ceinture. La signification des mains pelviennes de *Chimæra* a été méconnue jusqu'ici et Gegenbaur, qui a plus que d'autres insisté sur leur description, se borne à les signaler comme *Sägeplatte*, plaques en scies, sans leur attribuer aucune signification morphologique.

» A l'épaule de *Chimæra* se rencontrent des dispositions spéciales que la précédente étude du bassin permettra d'interpréter.

» On y trouve, en effet, de chaque côté de la ligne médiane, une fosse coracoïdienne accentuée, bordée en avant par le bord antérieur de la plaque coracoïdienne. Cette fosse correspond bien à la fosse ischio-pubienne. Mais la crête recourbée se transforme en un tube marginal justement au point où se trouve la main de la ceinture scapulo-coracoïdienne des Sélaciens. Ce tube, dont la cavité donne naissance à des muscles et dont la paroi supérieure est perforée par le foramen nerveux, semble donc bien être une dépendance de la fosse coracoïdienne. Je ne vois à cette disposition unique qu'une interprétation possible. C'est que ce tube est le résultat de l'enroulement en bas et en arrière de la crête qui

limite la fosse en avant, crête que nous avons reconnue chez certains Squalidés comme un vestige de la main de la ceinture. L'immobilité de cette crête aurait favorisé une soudure qui a transformé la gouttière d'enroulement en un tube.

» Ainsi donc, chez les Chimères, il existe également des mains des ceintures indépendantes des mains des membres; et à la ceinture pelvienne les mains de la ceinture, indépendantes, mobiles et préhensiles démontrent avec une évidence parfaite l'existence et la signification de ces formations jusqu'à présent méconnues.

» Chez les Dipneustes, type très ancien de Ganoïdes chez lesquels l'appareil squelettique est inférieur, nous trouverons aussi des rudiments des mains des ceintures; mais c'est à la ceinture postérieure que leur évidence sera la plus accentuée.

» Les ceintures et les membres pelviens des Dipneustes offrent entre eux de grandes ressemblances. Leur type commun apparaît comme le résultat d'un rétrécissement transversal de la ceinture pelvienne des Sélaciens et en particulier des Raies, de sorte que la plaque ischio-pubienne transversalement allongée de ces derniers est transformée en une plaque étroite dans ce sens, et allongée dans le sens antéro-postérieur. Il résulte de là que les saillies latérales et postérieures qui représentent les membres sont ramenées vers la ligne médiane, de même que les apophyses prépubiennes des Sélaciens qui représentent les mains de la ceinture.

» Chez les Dipneustes ces apophyses sont dirigées en avant et en dehors. Elles sont grêles et effilées chez *Lepidosiren* et *Protopterus*, plus volumineuses et terminées par une palette chez *Ceratodus*. Ce sont vraiment des mains de la ceinture ne différant essentiellement des mains des membres de ces Dipneustes que par de moindres dimensions et par l'absence de division en articles qui correspond bien à leur situation sous-cutanée et à leur immobilité.

» Y a-t-il des mains de la ceinture pectorale chez les Dipneustes? La réponse me paraît tout au moins douteuse; on voit bien chez *Protopterus*, sur la crête antérieure du coracoïde une saillie osseuse prononcée que l'on peut comparer à celle que présentent en ce point quelques Sélaciens, *Scyllium caniculus* et *Cestracion Philipii* par exemple. Mais est-ce bien là un vestige de la main de la ceinture? Je ne suis pas en mesure de l'affirmer; et le plus sage est de constater que chez les Chondroptérygiens (Sélaciens et Holocéphales) et chez les Dipneustes il y a, à la ceinture antérieure, de faibles vestiges plutôt que des mains caractérisées. Les Rajidés seuls

forment une brillante exception à cette disposition générale, et il en résulte la conformation si remarquable et si particulière de leurs ceintures et membres antérieurs.

» On peut, je crois, trouver une relation entre ces faits et la différence de situation des orifices branchiaux dans les deux cas. Chez les Squalidés, les Holocéphales et les Dipneustes, ces orifices correspondent justement au point du bord antérieur de la ceinture où devraient se développer les mains de la ceinture. Chez les Raies les fentes branchiales plus rapprochées de la ligne médiane ne coïncident pas avec l'origine des mains de la ceinture. Il est donc concevable que dans le premier cas la présence des fentes se soit opposée au développement de la main, et que dans le second l'éloignement des fentes ait permis ce développement. On peut toutefois se demander si c'est le déplacement des fentes qui a permis le développement des mains de la ceinture, ou si c'est ce dernier qui a provoqué le déplacement des fentes. Quoi qu'il en soit, il y a là une relation dont il convient de tenir compte.

» Cette influence de la situation relative des orifices branchiaux et des membres sur le développement des mains des ceintures trouve en outre un élément de démonstration dans ce fait que l'absence de fentes branchiales sur le bord antérieur de la ceinture pelvienne permet de concevoir pourquoi, dans les types que nous venons d'étudier (Chondroptérygiens et Dipneustes), ce bord antérieur porte toujours des apophyses prépubiennes de dimensions variées, mais parfaitement reconnaissables. »

M. **Émile Picard**, en déposant sur le bureau de l'Académie le second fascicule du Tome II de sa *Théorie des fonctions algébriques de deux variables*, s'exprime comme il suit :

« J'ai l'honneur de présenter à l'Académie le second fascicule du Tome II du *Traité sur les fonctions algébriques de deux variables*, que je publie avec la collaboration de M. Simart. Le second fascicule est consacré aux recherches que j'ai faites dans ces dernières années sur cette difficile théorie. Il traite des *intégrales de différentielles totales de troisième espèce*, et *des intégrales doubles de deuxième espèce et de leurs périodes*. Je suis arrivé à établir quelques lois générales qui fixent, je crois, les grandes lignes de la théorie de ces diverses intégrales et sont fondamentales pour la théorie des fonctions algébriques de deux variables; dans des études antérieures je m'étais occupé des intégrales de différentielles totales de première et

de deuxième espèce, dont l'étude présente de moins grandes difficultés. Malgré l'importance des résultats acquis, il reste malheureusement encore bien des lacunes dans mes recherches; l'une d'elles, particulièrement irritante, se présente tout au début et concerne la question de savoir, si, *en général*, les intégrales de différentielles totales relatives à une surface algébrique se ramènent toutes à des combinaisons algébrico-logarithmiques.

« Peut-être pourrai-je combler quelques-unes de ces lacunes dans le troisième fascicule qui terminera le second Volume. Il me reste encore à faire connaître certains résultats généraux, en particulier à étudier les relations entre les périodes des intégrales doubles; l'Ouvrage se terminera par l'examen de quelques classes particulières de surfaces. J'espère aussi que ces belles questions, qui touchent à la fois à l'Algèbre et à la Théorie des fonctions, solliciteront les efforts d'autres chercheurs capables de lever les difficultés qui m'ont jusqu'ici arrêté. »

CORRESPONDANCE.

M. Calmette, élu Correspondant pour la Section de Médecine et de Chirurgie, adresse ses remercîments à l'Académie.

M. le Secrétaire perpétuel signale, parmi les pièces imprimées de la Correspondance :

1° Un Volume ayant pour titre : « L'Internat en Médecine et en Chirurgie des Hôpitaux et Hospices civils de Paris, Centenaire de l'Internat 1802-1902 »; publié par M. *Raymond Durand-Fardel*. (Présenté par M. Brouardel.)

2° Un Ouvrage de M. *L. Lecornu* « Sur les Régulateurs des Machines à vapeur ». (Présenté par M. Léauté.)

3° La seconde édition d'un Ouvrage de M. *Monmerque* ayant pour titre : « Contrôle des installations électriques au point de vue de la sécurité ». (Présenté par M. Maurice Levy.)

ASTRONOMIE PHYSIQUE. — *Observations du Soleil faites à l'Observatoire de Lyon (équatorial Brünner de* $0^m,16$*) pendant le troisième trimestre de* 1903. Note de M. J. GUILLAUME, présentée par M. Mascart.

« Les principaux faits qui résultent de ces observations, résumées dans les Tableaux ci-joints, sont les suivants :

TABLEAU I. — *Taches.*

Dates extrêmes d'observ.	Nombre d'observations.	Pass. au mér. central.	Latitudes moyennes S.	Latitudes moyennes N.	Surfaces moyennes réduites.
		Juillet. — 0,00.			
1-11	10	7,1	−19		235
7-15	7	9,7	−19		68
9-16	6	11,1		+18	85
15-21	7	16,0	−22		23
11-21	6	16,5	−30		7
16-24	9	19,5		+13	15
27-28	2	23,4	−22		25
20-30	8	24,8		+24	75
	27 j.		−22°,4	+18°,3	
		Août. — 0,04.			
29- 5	7	3,1	−18		4
3- 5	3	6,2		+13	5
6-13	7	10,2	−22		41
8-13	5	11,6	−24		42
6-13	7	12,6	−22		36
19	1	14,7		+16	9
11-20	6	15,7		+20	38
10-13	3	15,9	−22		14
13	1	17,9	−18		21
		Août (suite).			
18-21	3	20,0		+30	3
21-25	3	20,8	−19		5
22-26	4	24,6	−15		7
21-25	3	25,7		+24	9
23-24	2	26,4		+13	8
27-30	4	29,4	−24		18
	26 j.		−20°,4	+19°,3	
		Septembre. — 0,35.			
1	1	1,4	−25		1
9	1	10,8		+17	8
15-16	2	12,5	−24		7
15-18	4	13,4		+18	18
9-17	6	15,3	−19		43
23-28	5	22,8		+12	126
28-30	3	25,3	−21		11
1	1	27,8	−21		8
	23 j.		−22°,0	+15°,7	

TABLEAU II. — *Distribution des taches en latitude.*

1903.	Sud 90°-40°	Sud 40°-30°	Sud 30°-20°	Sud 20°-10°	Sud 10°-0°	Sud Somme.	Nord Somme.	Nord 0°-10°	Nord 10°-20°	Nord 20°-30°	Nord 30°-40°	Nord 40°-90°	Totaux mensuels.	Surfaces totales réduites.
Juillet.....	»	»	3	2	»	5	3	»	2	1	»	»	8	533
Août......	»	»	5	4	»	9	6	»	4	2	»	»	15	260
Septembre.	»	»	4	1	»	5	3	»	3	»	»	»	8	222
Totaux..	»	»	12	7	»	19	12	»	9	3	»	»	31	1015

TABLEAU III. — *Distribution des facules en latitude.*

1903.	Sud. 90°.	40°.	30°.	20°.	10°.	0°. Somme.	Nord. Somme.	0°.	10°.	20°.	30°.	40°. 90°.	Totaux mensuels.	Surfaces totales réduites.
Juillet.....	2	2	4	6	1	15	10	»	3	3	2	2	25	19,4
Août......	»	6	8	2	2	18	11	1	5	3	2	»	29	20,3
Septembre.	1	2	9	5	»	17	22	2	4	5	1	10	39	20,4
Totaux..	3	10	21	13	3	50	43	3	12	11	5	12	93	60,1

» *Taches.* — Le nombre des groupes de taches et leur surface totale ont diminué légèrement par rapport aux résultats obtenus dans le trimestre précédent (*Comptes rendus*, t. CXXXVII, p. 431); on a, effectivement, 31 groupes avec 1015 millionièmes, au lieu de 34 groupes et 1235 millionièmes.

» Les changements survenus dans leur répartition entre les deux hémisphères sont de 1 groupe en plus au sud de l'équateur (19 au lieu de 18) et de 4 groupes en moins au nord (12 au lieu de 16).

» La diminution du nombre des jours sans taches s'accentue : il est de 9 sur 76 jours d'observation ([1]), soit un nombre proportionnel de 0,12 au lieu de 0,19 obtenu précédemment. Il n'y a eu aucun jour sans taches en juillet, fait qui n'avait pas été noté depuis le mois d'avril 1899, c'est-à-dire depuis 51 mois ou 4,2 ans.

» *Régions d'activité.* — On a noté 93 groupes de facules avec une surface totale de 60,1 millièmes, au lieu de 85 groupes et 46,0 millièmes enregistrés précédemment.

» Leur répartition entre chaque hémisphère est de 50 groupes au sud au lieu de 46, et de 43 au nord au lieu de 39, soit une augmentation de 4 de part et d'autre de l'équateur. »

ASTRONOMIE PHYSIQUE. — *Sur la diminution de l'intensité du rayonnement solaire en* 1902 *et* 1903. Note de M. LADISLAS GORCZYŃSKI.

« Dans sa Communication du 26 mars 1903 (*Comptes rendus*, t. CXXXVI, p. 713-715), M. Henri Dufour a le premier signalé le fait que l'intensité

([1]) M. Jules Baillaud a fait 17 observations en août.

du rayonnement solaire sur la surface terrestre avait subi au commencement de l'année 1903 un affaiblissement considérable. En appuyant ses conclusions sur les observations qui avaient été faites à Lausanne et à Clarens au moyen de l'actinomètre de M. Crova, M. Dufour trouve que l'affaiblissement de l'intensité date du mois de décembre 1902 et qu'il progressa jusqu'au mois de mars 1903, puis il diminua graduellement.

» L'existence d'une opacité exceptionnelle de l'atmosphère depuis plusieurs mois est aussi confirmée par les mesures de M. A. Gockel (*Meteor. Zeischrift*, 1903, p. 328) et par les observations de M. Max Wolf à Heidelberg (*Viert. d. astron. Ges.*, J. 38, Heft 2). Enfin la diminution de la transparence des couches d'air est constatée de même à Washington par M. S. Langley (cf. *Nature*, t. LXIX, 1903, p. 5, London).

» La diminution de l'intensité du rayonnement solaire sur la surface terrestre a pu être constatée de même à Varsovie, où depuis le mois de décembre 1900 on fait des observations systématiques à l'aide de l'actinomètre du système Angström-Chwolson. Les résultats de ces mesures, entreprises dans le but d'étudier et d'expliquer la marche annuelle de l'insolation, ont été publiées, pour ce qui concerne les années 1901 et 1902, dans les *Études sur la marche annuelle de l'insolation* (*Bulletin intern. de l'Acad. des Sciences de Cracovie*, p. 465-503, juillet 1903). Dans la Communication ci-présente nous ne citerons, pour les années 1901, 1902 et 1903, que celles d'entre les données qui servent à démontrer le fait qui nous occupe de la diminution de l'intensité.

» Dans la Table suivante, nous présentons les moyennes mensuelles de l'intensité (gr. cal., cm², min.) à Varsovie, accompagnées des valeurs correspondantes mensuelles de l'humidité absolue; à côté des moyennes nous donnons aussi les valeurs les plus hautes de l'intensité du rayonnement (réduites à la hauteur du Soleil à Varsovie au milieu du mois) pour les mois consécutifs de la période 1901-1903. Les deux dernières colonnes (dans chaque partie) indiquent les différences de l'année précédente avec l'année suivante; ces différences sont réduites à l'humidité absolue commune à l'aide du coefficient de la réduction à l'humidité $\Delta = 0,02$ (*loc. cit.*, p. 484).

	1901.		1902.		1903.			
	Moyennes mens.		Moyennes mens.		Moyennes mens.		Différences réduites.	
Mois.	de l'int.	de l'hum.	de l'int.	de l'hum.	de l'int.	de l'hum.	1902-1901.	1903-1902.
I.....	1,04	3,7	0,95	4,1	0,80	3,0	−0,08	−0,17
II....	1,29	2,3	1,16	3,3	0,92	3,9	−0,11	−0,23
III...	1,25	5,3	1,33	4,3	1,03	5,9	+0,06	−0,27

Mois.	1901. Moyennes mens. de l'int.	de l'hum.	1902. Moyennes mens. de l'int.	de l'hum.	1903. Moyennes mens. de l'int.	de l'hum.	Différences réduites. 1902-1901.	1903-1902.
IV...	1,40	5,7	1,36	4,3	1,11	5,6	−0,01	−0,22
V....	1,38	7,8	1,26	6,2	1,08	7,9	−0,15	−0,15
VI...	1,36	13,2	1,22	7,1	1,21	9,2	−0,26	+0,03
VII...	1,36	11,3	1,24	8,8	1,12	10,5	−0,19	−0,07
VIII..	1,28	12,4	1,19	9,0	1,08	12,1	−0,16	−0,05
IX...	1,32	9,5	1,24	7,3	1,07	9,1	−0,12	−0,13
X....	1,23	8,6	1,09	4,2	1,01	7,2	−0,23	−0,02
XI...	1,13	3,7	0,96	3,0	»	»	−0,18	»
XII...	1,09	5,6	0,79	1,9	0,71	2,1	−0,37	−0,08
Année.	1,29	8,5	1,15	5,6	0,96	7,3	−0,20	−0,16

Mois.	1901. Val. max. de l'int.	Humid. absol.	1902. Val. max. de l'int.	Humid. absol.	1903. Val. max. de l'int.	Humid. absol.	Différences réduites. 1902-1901.	1903-1902.
I.....	1,06	3,8	0,99	5,0	0,89	1,9	−0,05	−0,16
II....	1,41	1,8	1,30	2,6	0,96	2,6	−0,09	−0,34
III...	1,28	3,7	1,50	1,7	1,08	5,1	+0,18	−0,35
IV...	1,50	4,7	1,47	3,4	1,11	5,6	−0,06	−0,32
V....	1,51	4,5	1,32	4,3	1,12	4,8	−0,19	−0,19
VI...	1,46	7,1	1,34	7,9	1,25	9,6	−0,10	−0,06
VII...	1,45	8,2	1,37	6,2	1,22	8,8	−0,12	−0,10
VIII..	1,38	12,4	1,28	6,5	1,09	12,9	−0,22	−0,06
IX...	1,37	7,8	1,39	4,0	1,13	7,1	−0,06	−0,20
X....	1,36	5,0	1,19	4,2	1,13	8,7	−0,19	+0,03
XI...	1,18	4,1	1,03	1,7	»	»	−0,20	»
XII...	1,13	3,0	0,83	2,6	0,80	3,3	−0,31	−0,02

» *N. B.* — Au mois de novembre 1903, il n'y a pas eu, à Varsovie, une seule journée claire qui eût permis de faire des mesures actinométriques.

» De la lecture de cette Table il résulte qu'une diminution plus considérable avait commencé à Varsovie au mois de mai 1902 (par conséquent avant décembre 1902) et avait persisté pendant tout une série des mois de cette année et de la suivante, atteignant son plus haut degré au printemps de l'année 1903. Vers la fin de cette dernière année les progrès de la diminution de l'intensité, comparés à ceux de 1902, paraissent s'arrêter bien que les valeurs absolues continuent à être basses par rapport à celles de 1901.

» La cause de l'augmentation de l'opacité de l'atmosphère pour le rayon-

nement solaire n'est pas claire jusqu'ici. M. Dufour rapproche ce fait des éruptions récentes à la Martinique; des chutes extraordinaires de poussière qui, durant les trois dernières années, ont à plusieurs reprises visité l'Europe, se présentent aussi à l'idée comme cause possible du fait en question. Cependant ce ne sont jusqu'à présent que des suppositions dont l'exactitude ne peut pas encore être prouvée, faute de données positives plus complètes. »

GÉOMÉTRIE. — *Sur les systèmes de deux surfaces dont les lignes de courbure se projettent sur un plan suivant les mêmes courbes.* Note de M. GUICHARD.

« Soient $M(x_1, x_2, x_3)$ et $N(x_1, x_2, x_4)$ deux points qui décrivent des surfaces rapportées à leurs lignes de courbure, dont nous désignerons les paramètres par u et v. Les équations de Laplace à laquelle satisfont les coordonnées de M et de N ayant deux solutions communes sont identiques; cette équation admettant les solutions $x_1^2 + x_2^2 + x_3^2$ et $x_1^2 + x_2^2 + x_4^2$ admettra la solution $x_3^2 - x_4^2$. Il en résulte que le point P, dont les coordonnées sont x_3 et ix_4, décrit un réseau plan orthogonal associé aux réseaux M et N. [Pour la définition et les propriétés des réseaux O associés voir mon Mémoire *Sur les systèmes orthogonaux et les systèmes cycliques* (*Annales de l'École Normale*, 1903, Chap. VIII).]

» On pourra donc poser :

$$dx_3^2 - dx_4^2 = h^2\,du^2 + l^2\,dv^2, \tag{1}$$

$$dx_1^2 + dx_2^2 + dx_3^2 = h^2 U^2\,du^2 + l^2 V^2\,dv^2, \tag{2}$$

d'où l'on déduira

$$dx_1^2 + dx_2^2 + dx_4^2 = h^2(U^2 - 1)\,du^2 + l^2(V^2 - 1)\,dv^2 \tag{3}$$

et l'équation de Laplace à laquelle satisfont x_1, x_2, x_3, x_4 est

$$\frac{\partial^2 x}{\partial u\,\partial v} = \frac{1}{h}\frac{\partial h}{\partial v}\frac{\partial x}{\partial u} + \frac{1}{l}\frac{\partial l}{\partial u}\frac{\partial x}{\partial v}. \tag{4}$$

» Tout d'abord il est facile de montrer que la propriété demandée *ne dépend que de la représentation sphérique des lignes de courbure*. En effet, si le point $M_1'(y_1, y_2, y_3)$ décrit une surface ayant même image sphérique de

ses lignes de courbure que la surface M, on pourra poser

$$\frac{\partial y_i}{\partial u} = \mathrm{H}\frac{\partial x_i}{\partial u}, \qquad \frac{\partial y_i}{\partial v} = \mathrm{L}\frac{\partial x_i}{\partial v} \qquad (i = 1, 2, 3).$$

» En posant alors

$$\frac{\partial y_4}{\partial u} = \mathrm{H}\frac{\partial x_4}{\partial u}, \qquad \frac{\partial y_4}{\partial v} = \mathrm{L}\frac{\partial x_4}{\partial v}$$

on voit que les points $\mathrm{M}_1(y_1, y_2, y_3)$ et $\mathrm{N}_1(y_1, y_2, y_4)$ décrivent des surfaces satisfaisantes.

» Cela posé, désignons par

$$\begin{vmatrix} \alpha_1 & \alpha_2 & \alpha_3 \\ \beta_1 & \beta_2 & \beta_3 \\ \gamma_1 & \gamma_2 & \gamma_3 \end{vmatrix}$$

les cosinus du trièdre attaché à la surface (M); par φ l'angle que fait la courbe V = const. du réseau ρ avec une droite fixe; la comparaison des formules (1) et (2) montre que

$$\beta_3 = \frac{1}{\mathrm{U}}\cos\varphi, \qquad \gamma_3 = -\frac{1}{\mathrm{V}}\sin\varphi$$

et, par suite,

$$\alpha_3 = \sqrt{1 - \frac{1}{\mathrm{U}^2}\cos^2\varphi - \frac{1}{\mathrm{V}^2}\sin^2\varphi}.$$

» En écrivant que

$$\frac{\partial^2 \alpha_3}{\partial u\, \partial v} = \frac{1}{\beta_3}\frac{\partial \beta_3}{\partial v}\frac{\partial \alpha_3}{\partial u} + \frac{1}{\gamma_3}\frac{\partial \gamma_3}{\partial u}\frac{\partial \alpha_3}{\partial v}$$

on obtiendrait l'équation dont dépend le problème; mais cette équation est donnée ainsi sous une forme peu commode.

» On en déduit cependant que l'on peut obtenir d'autres relations en posant

$$\alpha'_3 = k\alpha_3, \qquad \beta'_3 = k\frac{\mathrm{U}}{\mathrm{U}_1}\beta_3, \qquad \gamma'_3 = k\frac{\mathrm{V}}{\mathrm{V}_1}\gamma_3,$$

$$\frac{1}{\mathrm{U}_1^2} = \frac{1}{\mathrm{U}^2} + \mu, \qquad \frac{1}{\mathrm{V}_1^2} = \frac{1}{\mathrm{V}^2} + \mu,$$

où k et μ sont des constantes reliées par la relation

$$k^2 = \frac{1}{1+\mu}.$$

» A ce système de solutions on peut faire correspondre des points M',

décrivant des surfaces satisfaisantes, pour lesquels

$$ds^2 = h^2 U_1^2 du^2 + l^2 V_1^2 dv^2.$$

» Les surfaces (M) et (M′) possèdent la propriété suivante :

» *Sur ces surfaces les lignes de courbure se correspondent, les rayons de courbure principaux sont les mêmes, enfin les distances de* M *et* M′ *à un plan fixe sont dans un rapport constant.*

» L'intersection G des plans tangents en M et N décrit une congruence plusieurs fois C. L'équation E_3 (voir *loc. cit.* plus haut) à laquelle satisfont les paramètres de cette congruence possède la propriété caractéristique suivante :

» *Tous les groupes de solutions quadratiques, sauf deux* (voir *loc. cit.*, p. 211), *ont une solution linéaire commune; cette solution est solution isotrope des deux groupes exclus.*

» Si θ est un angle constant, l'équation (4) admet les solutions

$$z_1 = x_1, \quad z_2 = x_2, \quad z_3 = \cos\theta x_3, \quad z_4 = \sin\theta x_4$$

et la solution $z_1^2 + z_2^2 + z_3^2 + z_4^2$; il en résulte que le point $h(z_1 z_2 z_3)$ décrit un réseau 2O, la coordonnée complémentaire étant z_4. Si le point M est sur la sphère dont l'équation est

$$x_1^2 + x_2^2 + x_3^2 = 1,$$

le point R sera sur la quadrique de révolution

$$z_1^2 + z_2^2 + \frac{1}{\cos^2\theta} z_3^2 = 1, \tag{5}$$

Le réseau R sera donc découpé sur cette quadrique par une congruence de normales à une surface.

» On vérifie d'ailleurs facilement que, parmi les surfaces qui ont même représentation sphérique que la surface (M), il en existe une dont les plans principaux sont conjugués par rapport à la quadrique (5). Ces deux derniers résultats permettent d'énoncer les propriétés suivantes :

» *Toute surface dont les plans principaux sont conjugués par rapport à une quadrique de révolution sont des surfaces satisfaisantes.*

» *La recherche de la représentation sphérique des surfaces demandées revient à celle des surfaces dont les plans principaux sont conjugués par rapport à une quadrique de révolution.*

» Cette recherche revient à la résolution de l'équation $E\left(\frac{1}{2}, \frac{1}{2}\right)$ (Darboux, *Leçons*, 2e Partie, Chap. XIII et XIV). »

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur les fonctions entières*. Note de M. **A. Pellet**, présentée par M. H. Poincaré.

« Soient $a_1, a_2, \ldots, a_n, \ldots$ des points isolés dans le plan des quantités imaginaires, en nombre infini, le nombre n des points situés dans le cercle de rayon r, ayant pour centre l'origine, étant d'ordre ρ par rapport à r; $\frac{n}{r^{\rho+\varepsilon}}$ tend vers o et $\frac{n}{r^{-\varepsilon}}$ vers l'infini; pour r tendant vers l'infini, ε quantité positive aussi petite que l'on veut. Posons

$$S_k = a_1^k + a_2^k + \ldots + a_n^k \qquad (k \text{ nombre entier});$$

k étant négatif, S_k est une série absolument convergente, si $-k > \rho$; désignons par q le plus petit nombre entier positif tel que S_k soit convergente pour $-k > q$ et par s_k la différence entre S_{-k} pour r infini et S_{-k} pour $k > q$. On peut prendre pour facteur primaire de la fonction $f(x)$ admettant pour racines les quantités a

$$\left(1 - \frac{x}{a_i}\right) e^{\frac{x}{a_i} + \frac{x^2}{2a_i^2} + \ldots + \frac{x^q}{q a_i^q}}.$$

» Le produit de ces facteurs primaires n'est pas absolument convergent; il faudra prendre toujours l'ensemble des facteurs correspondant aux racines situées dans le cercle r. Soient r_1 le rayon du plus petit cercle contenant les n premières racines, r_2 celui du plus grand cercle laissant toutes les autres à l'extérieur, la fonction canonique pour $r_2 > |x| > r_1$ est égal à

$$f(x) = (-1)^n \frac{x^n}{a_1 a_2 \ldots a_n} e^{G(x) + H\left(\frac{1}{x}\right)}$$

en posant

$$H\left(\frac{1}{x}\right) = -\frac{S_1}{x} - \frac{S_2}{2x^2} - \ldots - \frac{S_k}{k x^k} - \ldots,$$

$$G(x) = S_{-1} x + S_{-2} \frac{x^2}{2} + \ldots + S_{-q} \frac{x^q}{q} - \frac{s_{q+1}}{q+1} x^{q+1} - \ldots - \frac{s_k}{k} x^k - \ldots.$$

» La somme des modules des termes de $H\left(\frac{1}{x}\right) + G(x)$ est dans un rapport fini avec n lorsque ρ n'est pas entier; il en est de même lorsque ρ est entier, en excluant le terme en x^ρ; celui-ci peut être de l'ordre $n l_n^{1+\varepsilon}$, ε infiniment petit positif avec $\frac{1}{r}$.

» Ainsi, soit le $n^{\text{ième}}$ zéro égal à $[nl(n)\,l_2(n)\ldots l_\mu^\theta(n)u^n]^{\frac{1}{\rho}}$, θ étant réel et différent de 1. $|s_\rho r_2^\rho|$ est infiniment petit par rapport à n si u est différent de 1, mais à un module égal à 1; $|s_\rho r_2^\rho|$ est d'ordre $r_2^\rho l_\mu^{-\theta+1} r_2$ ou $nln\ldots l_\mu n$ si $\theta > 1$, $|S_\rho r_2^\rho|$ est d'ordre $r_2^\rho l_\mu^{-\theta+1}$ ou $nlnl_2n\ldots l_\mu n$ si $\theta < 1$, ou négatif lorsque $u = 1$.

» Si $|s_\rho r_2^\rho|\frac{1}{n}$ tend vers une quantité finie, le module maximum de $f(x)$ est de la forme e^{hn}, h quantité finie différente de 0; son module minimum de la forme $e^{-h_1 n}$, h_1 étant finie, mais pouvant être infiniment petite avec $\frac{1}{r}$, et même être négative. Si le rapport du module du terme en x^ρ à n tend vers l'infini, le module maximum de $f(x)$ est l^{hnln} et le module minimum $l^{-h_1 nln}$, h et h_1 étant compris entre $l_n^{-\varepsilon}$ et l_n^{ε}. Ces conclusions subsistent pour le produit $l^{P(x)}f(x)$, $P(x)$ polynome entier de degré p, tel que $\frac{r^p}{n}$ dans le premier cas, $\frac{r^p}{nln}$ dans le second, tendent vers une limite finie. »

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur les fonctions monodromes et les nombres transcendants.* Note de M. **Edmond Maillet**, présentée par M. Jordan.

« I [1]. Soit une fonction entière d'ordre ou d'indice absolument quelconque, même transfini ou infini, $f(x) = \sum_0^\infty a_n x^n$, à coefficients tous

---

[1] Pour obtenir les résultats qui suivent, nous avons dû compléter la classification des fonctions entières d'ordre zéro. Si une fonction entière $f(x) = \sum_0^\infty a_m x^m$ renferme une infinité de coefficients tels que $|a_m| = e_k(m)^{-m\left(\frac{1}{\rho} - \varepsilon\right)}$ (ρ nombre fixe), les autres ayant un module plus petit que ne l'indique cette formule, on a, en désignant par M_r le maximum du module de $f(x)$ pour $(x) = r$, et posant

$$E(x, k, \rho) = \sum_0^\infty \frac{x^m}{e_k(m)^{\frac{m}{\rho}}}, \qquad M_r \leqq E(r, k, \rho + \varepsilon),$$

et, pour une infinité de valeurs de r,

$$M_r \geqq E(r, k, \rho - \varepsilon).$$

Nous n'avions antérieurement établi ce résultat que pour $k \geqq 1$ (*Comptes rendus*, 1903).

rationnels; on pourra toujours supposer $a_n = \pm \frac{p_n}{q_n}$ (p_n, q_n entiers, premiers entre eux ou non), q_{n+i} étant divisible par q_n ($i > 0$). Supposons de plus que les conditions suivantes [conditions (A)] soient remplies : ou bien les a_n sont positifs, ou bien $\left|\frac{a_n}{a_{n+\mu}}\right|$ croît constamment et indéfiniment avec n (a_n, $a_{n+\mu} \neq 0$, $a_{n+1} = \ldots = a_{n+\mu-1} = 0$, $\mu > 0$). Si, à partir d'une certaine valeur de n, p_n est d'ordre de grandeur inférieur à une certaine fonction croissante Φ_n de n, qui dépend du mode de décroissance des a_n, *$f\left(\frac{1}{q}\right)$ est irrationnel quel que soit l'entier $q \geqq 1$; en particulier $f(1)$ est irrationnel.* L'ordre de grandeur de Φ_n croît avec l'ordre de grandeur des inverses des coefficients a_n.

» Dans les mêmes conditions, *quand ces fonctions entières sont d'ordre $(0, 1, \rho)$, $f\left(\frac{p}{q}\right)$ (p, q premiers entre eux et positifs) est irrationnel tant que p ne dépasse pas une certaine limite; quand ces fonctions entières sont d'indice $\geqq 2$, $f\left(\frac{p}{q}\right)$ est irrationnel; enfin, quand l'indice est $\geqq 3$, $f\left(\frac{p}{q}\right)$ est transcendant.*

» Par exemple, la fonction entière étant absolument quelconque [conditions (A) réalisées ou non], d'ordre nul et d'indice fini $k \geqq 3$, avec

$$p_m \leqq e_k(m)^{\tau m} \qquad \left(\tau \text{ fixe} < \frac{1}{\rho}\right),$$

$f\left(\frac{p}{q}\right)$ ne peut être algébrique, et, si les conditions (A) sont réalisées, il est transcendant.

» Tout étant posé comme au premier alinéa de I :

» II. Si $\frac{a_n}{a_{n+\mu}}$ croît constamment et indéfiniment avec n, quel que soit l'ordre de $f(x)$ supposé toutefois non transfini, $f\left(\frac{p}{q}\right)$ est transcendant dès que $\frac{n+\mu}{n}$ croît indéfiniment avec n, et $p_n \leqq (\log_k n)^\tau$.

» Il y a des extensions au cas où $f(x)$ est d'ordre transfini.

» Considérons toutes les fonctions entières de la forme

$$\text{(1)} \qquad F(x) = \sum_0^\infty \frac{p_n}{q_n} x^n,$$

avec $\frac{q_{n+1}}{q_n}$ entier, p_n entier positif, q_n entier $= e_k(n)^{\left(\frac{1}{\rho}-\varepsilon_n\right)n}$, $k \geqq 3$, $p_n \leqq e_k(n)^{\varepsilon n}$

($\lim \varepsilon_n$ et $\lim \varepsilon = 0$ pour $n = \infty$), qui correspondent à une même valeur des q_n; soient $F(x)$, $F_1(x)$, ... de pareilles fonctions; $a_1, a_2, \ldots, a_\theta$; $a'_1, a'_2, \ldots, a'_\theta$; ... des suites quelconques de nombres rationnels < 0, distincts dans chaque suite, et les fonctions quasi-entières :

$$\left\{\begin{array}{l} \varphi(x) = F(x) + F_1\left(\frac{1}{x}\right) + F_2\left(\frac{1}{x - a_1}\right) + \ldots + F_{\theta+1}\left(\frac{1}{x - a_\theta}\right), \\ \varphi^{(1)}(x) = F^{(1)}(x) + F_1^{(1)}\left(\frac{1}{x}\right) + F_2^{(2)}\left(\frac{1}{x - a'_1}\right) + \ldots + F_{\theta'+1}^{(1)}\left(\frac{1}{x - a_{\theta'}}\right), \\ \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots \end{array}\right.$$

» III. Par addition ou multiplication, les nombres $\varphi(x)$, $\varphi^{(1)}(x)$, ... (x prenant toute valeur rationnelle positive > 0), qui sont transcendants, ne peuvent donner que des nombres transcendants. Tout polynome à coefficients rationnels positifs formé avec ces nombres est un nombre transcendant.

» IV. Si la fonction quasi-méromorphe $Q = \frac{\varphi(x)}{\varphi^{(1)}(x)}$ ne se réduit pas à une constante ou à une fraction rationnelle, parmi les valeurs en nombre infini que Q prend pour x rationnel quelconque, il n'y en a, en général, qu'un nombre fini qui puissent n'être pas irrationnelles pour $k = 2$, transcendantes pour $k \geqq 3$; ces valeurs exceptionnelles sont alors rationnelles.

» V. Toute fonction rationnelle, à coefficients rationnels, des fonctions $F(x)$ [formule (1)] est, pour x rationnel quelconque, un nombre rationnel ou transcendant, qui ne peut être algébrique.

» Soient deux fonctions $F(x)$, $F_1(x)$ de la forme (1) et d'indices k et k_1, avec $k \geqq k_1 \geqq 3$.

» VI. $F[F_1(x)]$ est transcendant pour x rationnel > 0.

» Il y a des extensions à des fonctions de rayon de convergence fini et présentant des lacunes; soit

$$f(x) = \sum_1^\infty \frac{x^{\varpi_n}}{n!},$$

$\varpi_n = e_k(x)^{n\left(\frac{1}{\rho} + \varepsilon_n\right)}$ donné, $k \geqq 2$: $f\left(\frac{1}{q}\right)$ *est transcendant* (q *entier*); *une fonction rationnelle à coefficients rationnels des divers nombres* $f\left(\frac{1}{q}\right)$ *est un nombre rationnel ou transcendant.*

» Mentionnons encore ce résultat [cas où $F(x)$ est d'indice 1] :

» VII. Soient θ, θ_1, θ_2, $\theta_3(z)$ les quatre fonctions θ de Jacobi (notations

du *Cours lithographié d'Analyse de l'École Polytechnique* de M. Jordan) :

$$\frac{\theta_2(1)}{\theta_3(1)}, \quad r^{\frac{1}{4}}\frac{\theta_1(1)}{\theta_3(1)}, \quad \frac{\theta''_3(1)}{\theta_3(1)}, \quad \frac{\theta'''_3(1)}{\theta_3(1)}, \quad \ldots$$

sont des irrationnelles (r entier > 1). »

PHYSIQUE. — *Sur le principe de la construction d'un appareil d'optique destiné à obtenir de très forts grossissements.* Note de M. C. **Chabrié**, présentée par M. H. Moissan.

« Dans les appareils employés en Optique, on s'est appliqué à obtenir des images géométriquement semblables aux objets, de sorte qu'en appelant x une dimension de l'objet et y la dimension correspondante de l'image, on a

$$y = ax,$$

a étant un nombre atteignant difficilement 2000 dans la pratique et représentant le grossissement.

» Je me suis demandé s'il ne serait pas plus avantageux de produire des images déformées, mais très amplifiées, en utilisant les propriétés géométriques de transformation des figures sous l'influence des phénomènes de la réfraction. On pourrait ensuite, par une construction géométrique inverse, faite sur le papier, à l'échelle arbitraire que l'on choisirait, rétablir sur un dessin les objets représentés dans leurs rapports réels.

» Dans cet ordre d'idées, on peut se proposer de construire un appareil dans lequel les dimensions des objets devenant de plus en plus petites donneraient des images décroissant moins rapidement.

» Mais il semble qu'au lieu de chercher à avoir des images dont la grandeur varierait dans le même sens que celle de l'objet, on aurait plutôt intérêt à obtenir des images de plus en plus grandes lorsque les objets seraient de plus en plus petits. Alors la relation $y = \frac{1}{x}$ serait avantageuse à réaliser pratiquement, semble-t-il. Il est cependant aisé de voir qu'elle présenterait l'inconvénient de donner des images tendant très vite vers l'infini lorsque les objets tendraient vers zéro, ce qui aurait pour conséquence d'avoir des images peu nettes et trop pâles.

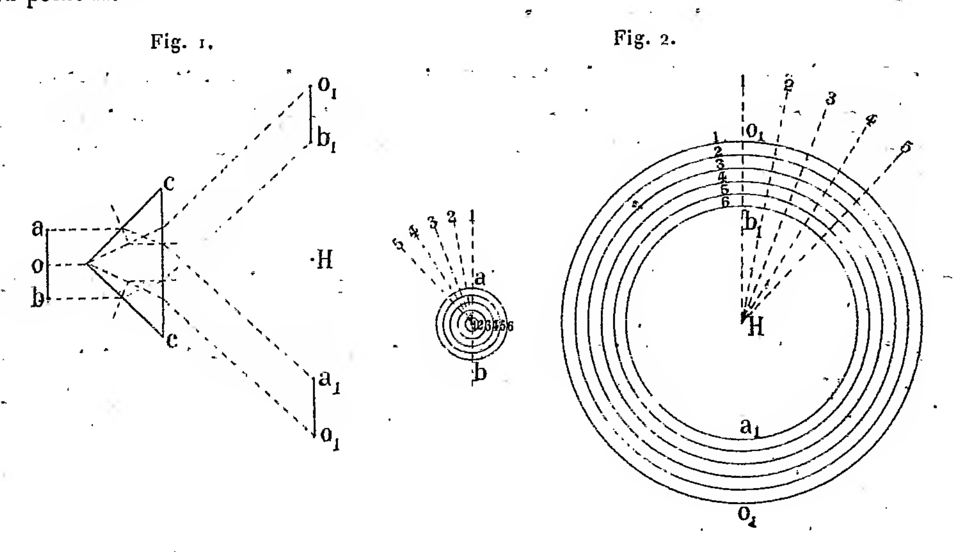
» Il serait préférable d'obtenir des images tendant vers une quantité finie, assez grande pour être facilement perçue lorsque les objets tendraient

vers zéro. C'est avec l'intention de réaliser un appareil présentant cet avantage que j'ai imaginé la disposition suivante :

» Soit *cc* la section d'un cône de cristal à base circulaire par le plan de figure et *ab* la section d'un disque circulaire représentant un objet lumineux éclairé par un faisceau de lumière parallèle par le même plan.

» L'objet *ab* fera son image sur un écran en o_1a_1 et o_1b_1 si, comme le montre la figure, l'axe du cône est perpendiculaire au plan du disque, en son milieu *o*.

» Dans l'espace, l'image du disque circulaire sera donc formée par la figure engendrée par la rotation de a_1o_1 ~~ou~~ b_1o_1 tournant autour de l'axe qui joindrait le point *o* au point H.



» Si nous rabattons sur le plan de figure le disque lumineux et son image, cette image est représentée par la portion de plan comprise entre les deux cercles ayant pour centre commun le point H et pour diamètre, le premier o_1o_1, le second a_1b_1.

» Nous ferons cette remarque fondamentale que plus un point sera voisin du centre dans le disque-objet, plus son image sera voisine de la plus grande circonférence o_1o_1. Donc, si nous considérons l'objet lumineux comme formé de petites circonférences concentriques, chacune d'elles donnera pour image une circonférence dont le rayon toujours compris entre Ha_1 et Ho_1 sera d'autant plus grand que la circonférence prise dans l'objet lumineux sera plus petite.

» Le grossissement sera le rapport de la circonférence-image à la circonférence-objet. Lorsque, à la limite, la circonférence-objet se réduira au centre de rayon nul, son image sera représentée par la circonférence o_1o_1 de rayon fini. A ce moment, le grossissement sera infini.

» On voit qu'avec un appareil ainsi composé d'un cône de cristal, la distance de deux points pris sur une petite circonférence dessinée sur l'objet

lumineux et concentrique à cet objet supposé circulaire, est très augmentée sur la circonfèrence-image dans le rapport des rayons de la circonférence-image et de la circonférence-objet.

» On voit aussi que la distance de deux points pris sur un rayon mené du centre de l'objet lumineux à une circonférence déterminée prise sur l'objet est à peine augmentée dans l'image, car ce rapport est égal à $\frac{o_1 b_1}{ob}$.

» Il en résulte que, lorsque l'on voudra examiner une région de l'objet située entre deux points pris sur sa surface, il faudra tourner cet objet de telle manière que les deux points se trouvent sur une même circonférence et non pas sur un même rayon, c'est-à-dire qu'ils se trouvent à *la même distance du centre* de l'objet; ce centre est le point où le prolongement de l'axe du cône vient toucher l'objet dont le plan est perpendiculaire à cet axe.

» Pour représenter sur le papier dans leurs rapports réels les objets vus à la faveur de la déformation obtenue (qui est analogue à celle des objets considérés dans les anamorphoses), divisons par la pensée le cercle-objet par des circonférences concentriques et équidistantes que nous numéroterons à partir du centre, 1, 2, 3, 4, 5, ..., le centre étant le point nº 1. Divisons également l'espace qui représente l'image par des circonférences concentriques et équidistantes, et en nombre égal aux premières, mais en donnant le nº 1 à la plus grande, qui est l'image du centre. Les circonférences de même numéro se correspondent.

» Divisons maintenant l'objet par un certain nombre de rayons faisant entre eux des angles égaux et faisons de même pour l'imagé. Nous voyons qu'à un point de l'image défini par l'intersection d'une circonférence et d'un rayon de numéros déterminés correspondent dans l'objet un point défini par les coordonnées correspondantes de mêmes numéros.

» Donc, en recevant l'image sur un disque de verre gravé de cercles et de rayons, on pourra tracer sur le papier la représentation de l'objet à une échelle aussi grande qu'on voudra. On pourrait essayer d'employer un second cône pour examiner la première image. Il est facile de voir que la seconde image serait plus analogue à l'objet.

» Il y aurait lieu d'éclairer l'objet par une lumière monochromatique ou de corriger les effets de la dispersion. Il serait intéressant aussi de voir s'il ne serait pas plus avantageux d'employer un cône comme surface de réflexion.

» Enfin, on prendra pour objet son image réelle fournie par un appareil

d'optique ordinaire dans les conditions d'éclairement où la construction décrite est réalisable.

» Les expériences élémentaires que j'ai exécutées justifient les considérations développées dans cette Note. Les travaux qui ont été publiés sur la limite de la visibilité étant conçus à un tout autre point de vue, je n'en parlerai pas pour le moment. »

PHYSIQUE. — *Action des champs magnétiques sur des sources lumineuses peu intenses.* Note de M. C. **Gutton**, présentée par M. Poincaré.

« La découverte des rayons N par M. Blondlot m'a amené à chercher si les champs magnétiques agissent, comme ces rayons, sur les substances phosphorescentes.

» Ayant déplacé le long d'un barreau aimanté un morceau de carton parsemé de taches de sulfure phosphorescent (1), j'ai vu l'éclat de la phosphorescence augmenter au voisinage des pôles et diminuer quand on approche le sulfure du milieu de l'aimant.

» Pour éliminer l'effet des rayons N émis par l'acier trempé, j'ai recouvert l'aimant d'une feuille de plomb et j'ai déplacé le sulfure au-dessus du plomb. Près des pôles, la phosphorescence a encore été plus visible qu'au milieu de l'aimant. Il faut donc qu'il y ait une action du champ magnétique sur le sulfure phosphorescent.

» Cette action a lieu dans le vide, car on peut faire l'expérience en déplaçant au-dessus de l'aimant des substances phosphorescentes enfermées dans un tube de Crookes.

» J'ai ensuite étudié l'action du champ d'une bobine parcourue par un courant. Quand on déplace le sulfure à l'extérieur de la bobine parallèlement à son axe, l'éclat est encore minimum au milieu et augmente quand on s'approche des extrémités. Si la bobine est assez longue pour qu'à l'intérieur le champ soit uniforme, l'action de ce champ uniforme est nulle.

» Le sulfure étant au centre de la bobine, on peut, en effet, fermer ou rompre le courant sans observer de variations d'éclat. Si le sulfure est, au contraire, hors de la bobine dans une région où le champ n'est pas uni-

(1) L'écran phosphorescent était un de ceux qui servent à M. Blondlot pour observer les rayons N. Les taches sont faites avec du sulfure de calcium à phosphorescence violette délayé dans du collodion.

forme, la phosphorescence est plus visible quand le courant est fermé que quand il est ouvert.

» Le champ est cependant plus intense à l'intérieur qu'à l'extérieur. Un champ uniforme n'agit donc pas sur la phosphorescence du sulfure.

» L'action du champ magnétique est d'autant plus grande que le champ est moins uniforme. Entre les pièces polaires larges et planes d'un électro-aimant de Faraday, le champ magnétique très intense est à peu près uniforme, on constate que son action sur le sulfure est faible. Si l'on détruit l'uniformité du champ en approchant du sulfure un fil de fer on augmente l'éclat de la phosphorescence. Si l'on amène le sulfure hors des pièces polaires, au voisinage de leurs bords, dans un champ non uniforme, l'action est plus grande qu'entre les pièces polaires.

» Dans la première expérience que j'ai décrite, l'effet d'un aimant est beaucoup plus grand près des pôles qu'au milieu. C'est parce que le champ près de la ligne neutre est moins intense qu'aux pôles et surtout parce qu'il est presque uniforme.

» Le champ magnétique terrestre, étant uniforme, est sans action. C'est ce qui explique pourquoi il n'a jamais pu intervenir dans les expériences de M. Blondlot sur les rayons N.

» Si en approchant du sulfure des fils de fer doux on détruit l'uniformité du champ terrestre, l'éclat du sulfure augmente. J'ai eu soin d'intercaler entre les fils de fer et le sulfure un écran en plomb pour éliminer l'action des rayons N, qui pourraient être émis par le fer. Dans les mêmes conditions du fil de cuivre est sans action.

» En résumé, *chaque fois que du sulfure de calcium phosphorescent est placé dans un champ magnétique non uniforme, il devient plus visible. L'action d'un champ uniforme est nulle.*

» Une particularité remarquable de l'action des champs magnétiques sur la phosphorescence est son extrême sensibilité. J'en donnerai comme preuves les expériences suivantes :

» En approchant du sulfure, protégé contre les rayons N par un écran en plomb, un barreau de bismuth ou un tube à essai rempli d'une solution de chlorure ferrique, les très faibles altérations du champ terrestre produites par ces substances, suffisent pour augmenter la phosphorescence.

» Le sulfure phosphorescent est sensible au champ magnétique de courants très faibles. J'ai placé le sulfure à 1cm d'un fil rectiligne parcouru par un courant et j'ai intercalé, entre le fil et le sulfure, du papier noir et du plomb pour arrêter les rayons N ou la chaleur. En faisant passer un courant dans le fil on observe une action. Avec le courant d'un élément Daniell dans un circuit d'une résistance de 100000 ohms, on peut encore percevoir une augmentation de la phosphorescence lorsque le courant est fermé.

» J'ai pu utiliser cette extraordinaire sensibilité pour déceler l'action magnétique des courants de convection : je reviendrai prochainement sur

cette question. Comme l'action des rayons N, celle des champs magnétiques n'est pas instantanée.

» M. Blondlot a montré que, pour observer les rayons N, on pouvait, au lieu de les faire tomber sur un corps faiblement lumineux, mettre la source de rayons près de l'œil. On aperçoit alors plus distinctement des objets peu éclairés. On peut de même faire agir le champ magnétique sur l'œil. En regardant dans une chambre presque obscure des morceaux de papier blanc ou des traits de craie, on les voit plus nettement lorsqu'on approche de l'œil un pôle d'un aimant enfermé dans du plomb.

» Si l'on déplace près des yeux une longue aiguille aimantée enfermée dans du plomb, on voit mieux des objets blancs peu éclairés quand les extrémités sont près des yeux que quand on y amène le milieu.

» La même expérience peut être répétée avec des courants.

» Je rappellerai une expérience signalée par lord Kelvin (¹). Lord Lindsay et Cromwell-F. Varley firent faire un électro-aimant puissant assez gros pour que leur tête pût tenir entre les pôles; en la plaçant entre les pôles ils n'observèrent aucun effet. Lord Kelvin s'étonne de ce résultat négatif et reste convaincu qu'un corps vivant placé dans un champ magnétique doit éprouver un effet *perceptible*. Les expériences que je viens de décrire démontrent qu'un champ magnétique provoque une augmentation de sensibilité de la vue. »

PHYSIQUE BIOLOGIQUE. — *Sur l'action physiologique des rayons N et des « radiations conduites ».* Note de M. **Augustin Charpentier**, présentée par M. d'Arsonval.

« On connaît déjà un exemple de l'action des rayons N sur l'organisme, depuis que M. Blondlot a découvert que l'œil (lequel est une source notable de ces rayons) a sa sensibilité augmentée sous leur influence.

» Dans un pli cacheté du 18 décembre dernier, j'ai montré que d'autres effets des rayons N pouvaient être observés, qu'on devait les rencontrer en premier lieu sur le système nerveux, et « qu'il y aurait lieu de rechercher » méthodiquement leur action sur les différentes fonctions autres que la » fonction nerveuse, ainsi que sur la nutrition ».

(¹) Lord Kelvin, *Conférences scientifiques et allocutions*. Traduction Lugol, p. 171.

» Voici la première expérience positive que je faisais connaître : une lame d'acier trempée a été promenée sur le côté gauche du crâne, d'abord dans la demi-obscurité. Dans la plus grande partie de la région postérieure du pariétal et dans la région occipitale voisine, il y a un effet produit, se manifestant par un certain accroissement (faible) de l'éclairement apparent des objets extérieurs, accompagné, vers le centre de cette zone, par une augmentation de netteté des détails, donc léger accroissement de l'acuité visuelle. Le même résultat a lieu quand on élimine les changements de grandeur de la pupille à l'aide d'un diaphragme de 1^{mm} à 2^{mm} placé devant l'œil. Il ne semble pas y avoir changement de réfraction.

» Le maximum de cet effet, chez moi, se trouve à 4^{cm} environ en dehors (et un peu en haut) du sommet de l'occipital, ce qui doit correspondre dans le cerveau au voisinage du pli courbe et de son lobule. D'autres sources de rayons N produisent le même effet. Il y a en outre chez moi non seulement augmentation de la sensation produite par une excitation lumineuse extérieure, mais encore dans certains cas production de sensation lumineuse *dans l'obscurité*, c'est-à-dire le fait constaté pour la première fois d'une excitation nerveuse directe par les rayons N. Cette excitation est extrêmement faible et assez peu distincte du chaos lumineux, mais elle est réellement liée à la présence ou à l'absence de la source employée.

» On peut la rendre d'ailleurs plus évidente, en s'adressant non plus aux rayons N directs, mais aux *radiations conduites* de ma Note du 25 janvier dernier.

» L'organisme émettant des radiations conduites, celles-ci doivent sans doute aussi agir sur l'organisme. On a, de plus, des moyens faciles de les produire avec une certaine intensité, lesquels feront l'objet d'une Note spéciale. En tout cas, si l'on relie par un fil de cuivre, à une forte source de rayons N, une petite plaque de cuivre, celle-ci devient une source secondaire, pouvant agir soit au contact, soit à distance par rayonnement (avec réflexion et réfraction éventuelles des rayons émis).

» Une telle source étant placée dans la région précédente produit les mêmes phénomènes, y compris l'excitation visuelle directe, qui peut devenir alors nettement appréciable.

» J'ajouterai qu'il y a, dans la même région du crâne, production de réactions pupillaires diverses, entre autres un rétrécissement constant quand le faisceau actif est orienté dans une direction déterminée, qui, prolongée en profondeur, paraît passer par les centres ganglionnaires optiques (tubercules quadrijumeaux, etc.).

» La source de radiations conduites agit d'une façon constante sur le centre cilio-spinal de la moelle. Lorsqu'on place la petite plaque de cuivre au-dessus de la septième vertèbre cervicale, laquelle est facile à trouver sur le vivant, il y a une dilatation pupillaire variant de $0^{mm},5$ à 1^{mm}, et quelquefois plus, suivant les sujets et suivant la source.

» J'ai fait cette observation pour la première fois avec l'aide de M. le professeur E. Meyer, qui a étudié l'effet pupillaire sur moi, de même que je l'ai étudié sur lui. D'autres observateurs ont constaté les mêmes faits.

» Il est évident que d'autres cas d'excitation des centres ou des nerfs pourront s'observer sous l'influence des sources de rayons N ou de radiations conduites, de même qu'il y a lieu de rechercher leur influence sur les différentes fonctions. »

PHYSIQUE BIOLOGIQUE. — *Émission de rayons N par les végétaux maintenus à l'obscurité*. Note de M. **Edouard Meyer**, présentée par M. Bouchard.

« Dans le but de prolonger les observations, il n'a pas été question, dans la précédente Note, de l'émission de radiations N par les plantes ou les germinations maintenues à l'obscurité. Cette deuxième série d'expériences confirme les faits précédemment annoncés.

» 1° Des plantes, placées pendant 4 à 6 jours dans une caisse, à la chambre noire, émettent des radiations par toutes leurs parties : racines, feuilles, fleurs.

» 2° Des oignons, déjà en germination, maintenus à l'obscurité pendant 20 jours, donnent aux écrans un éclat qu'on ne peut que difficilement différencier de celui qui est produit par des oignons de même espèce exposés pendant le même temps à la lumière. S'il y avait une différence, elle serait plutôt en rapport avec l'état d'avancement de la germination.

» 3° Des graines, semées dans l'obscurité, qui se développent dans une boîte de carton hermétiquement close, et qui donnent ainsi des plantes ayant l'aspect jaune des cultures privées de lumière, émettent des radiations comme les semis faits en même temps au jour.

» Si, dans les séries d'expériences ainsi faites, on a supprimé l'influence de la lumière, on n'a pas éliminé l'action éventuelle des rayons N, venus de l'extérieur, et qui seraient emmagasinés.

» 4° Pour essayer d'éliminer ces derniers on fait un semis qui est placé dans une boîte formée d'une plaque de plomb de 4^{mm} d'épaisseur, recouverte d'un couvercle de même métal et entourée de papier qu'on maintient mouillé. On réalise ainsi une germination à l'abri de la lumière et des rayons N. D'autre part, on fait un autre semis sur du coton mouillé, dans un vase en verre fermé par un couvercle rodé, et l'on plonge le tout dans un cristallisoir profond plein d'eau ordinaire. Cette deuxième germination

se développe ainsi à la lumière, mais à l'abri des rayons N extérieurs. L'observation des deux germinations, la première jaune, l'autre verte, retirées de leurs récipients dans la chambre noire, fait voir un éclat manifeste de l'écran.

» 5° L'examen des germinations, poussées à la lumière ou à l'obscurité, a été fait en éliminant l'influence possible des récipients. A cet effet, tantôt on faisait flotter, comme un îlot, le tampon de coton dans un cristallisoir plein d'eau, ne laissant émerger que les jeunes pousses; tantôt on recouvrait l'éprouvette à germination de deux disques, l'un de carton, l'autre de papier fraîchement mouillé, percés tous deux d'une ouverture centrale par laquelle émergeaient les plantes dont l'extrémité inférieure était noyée sous l'eau versée dans l'éprouvette. De façon constante, on éprouvait alors un maximum de luminosité au niveau, soit de l'îlot, soit de l'ouverture pratiquée dans le disque mouillé. »

PHYSIQUE BIOLOGIQUE. — *Essai de détermination expérimentale du vêtement rationnel.* Note de M. **J. Bergonié**, présentée par M. Ch. Bouchard.

« Le besoin d'énergie d'un sujet sain dépend, comme les travaux de M. Ch. Bouchard l'ont démontré, de son *coefficient d'excitation catalytique* (rapport du poids total d'albumine fixe à la surface corporelle), toutes les autres circonstances étant égales.

» Le vêtement rationnel serait celui qui, pour un sujet à segment normal, limiterait son besoin d'énergie à peu près toujours à la quantité que peut produire son organisme sans suralimentation ni variation de poids, quelle que fût la température extérieure, et peut-être aussi le travail mécanique développé; en un mot, sans risques soit de ralentir, soit d'accélérer sa nutrition. Pour un marastique ou un obèse, l'utilité de la détermination exacte du vêtement serait encore plus grande, puisque pour l'obèse elle pourrait augmenter le besoin d'énergie à produire et pour le marastique diminuer ce besoin, en un mot tendre à ramener la nutrition à l'intensité moyenne.

» Les mesures ne me paraissant pas possibles en partant d'un sujet vivant, j'ai supprimé les inconnues dues à la vie, tout en gardant la surface et la forme du buste d'un sujet vivant dont je connaissais, par un travail antérieur, toutes les données statiques : poids, taille, ceinture, segment, surface, etc.

» Ce buste, fait en cuivre rouge dont le pouvoir émissif était accru au maximum, était rempli d'eau portée à une température toujours très voisine de 37° et il rayonnait dans une pièce dont l'écart de température était toujours de 25°. Ce buste était revêtu des divers vêtements du sujet et l'on mesurait, pour chacune des pièces de ce vêtement ou pour les multiples combinaisons que peut donner la superposition de ces diverses pièces, le temps mis par le buste pour se refroidir toujours de la même quantité : dans l'espèce de 1° C. (mesuré à moins de $\frac{1}{20}$ de degré près) et pour une perte de 32^{cal} kilogrammes-degré C.

» J'ai obtenu ainsi, entre le temps que met le buste à se refroidir nu et le temps qu'il met à se refroidir lorsqu'il est recouvert des divers vêtements du sujet, des rapports qui mesurent la valeur du vêtement ou son *coefficient de protection*. Les nombreux coefficients déterminés vont de 1,20 à 10 et au-dessus, suivant que l'on se sert d'une pièce de vêtement unique et très mince, ou bien que l'on en superpose un grand nombre très épaisses.

» Ce schéma du sujet vivant perdait donc, vêtu au maximum expérimenté, dix fois moins de chaleur que nu; tous les degrés intermédiaires étant représentés par tel ou tel vêtement unique ou telle superposition de vêtements déterminée.

» On aurait donc pu, avec cette gamme de vêtements, faire décupler le besoin d'énergie du sujet vivant correspondant en supposant que sa température périphérique fût restée constante comme celle de mon schéma.

» On aurait pu également permettre au sujet, sans modifier son besoin d'énergie, de s'exposer à des différences de température pouvant varier jusqu'au décuple d'une différence de température unité, d'ailleurs inconnue, pour laquelle, avec le vêtement minimum expérimenté, sa nutrition n'est ni accélérée ni ralentie.

» Il reste à utiliser les résultats obtenus sur le schéma et à les appliquer au sujet vivant correspondant, et à voir si, en utilisant le vêtement dont le coefficient de protection correspond à la différence de température subie par le sujet, on peut constater que son besoin d'énergie reste constant. Le problème est des plus complexes, mais l'une des variables au moins aura été déterminée par les mesures expérimentales ci-dessus. »

CHIMIE. — *Sur le rôle d'oxydases que peuvent jouer les sels manganeux en présence d'un colloïde*. Note de M. **A. Trillat**, présentée par M. Armand Gautier.

« L'albumine, la gélatine et certains colloïdes non azotés comme la gomme arabique, la dextrine, etc., ont la propriété d'empêcher la précipitation des sels manganeux de se produire en présence d'un alcali; j'ai fait

remarquer que cet état spécial du manganèse le plaçait dans de meilleures conditions comme agent d'oxydation (¹). De semblables solutions contenant à la fois le manganèse, l'alcali et l'albumine, par exemple, jouissent de certaines propriétés qui méritent d'être signalées à cause des rapprochements que l'on peut établir avec quelques-unes des propriétés des solutions oxydasiques. En voici le résumé (²) :

» 1. Exposée à l'air, la solution colloïdale du manganèse dans l'albumine s'oxyde et brunit rapidement de plus en plus en commençant par les couches superficielles : il ne se forme pas de précipité, le liquide filtre sans laisser de résidu. Dans des conditions analogues, mais en l'absence d'albumine, la précipitation a lieu instantanément.

» 2. A l'abri de l'air, en utilisant un dispositif semblable à celui qui a été utilisé par M. G. Bertrand (³) pour la recherche des oxydases, la solution colloïdale du manganèse ne donne pas, ou que très faiblement, la réaction bleue avec la teinture de gaïac : la coloration se produit, au contraire, avec une grande intensité dès que l'on permet l'accès de l'air.

» 3. Agitée avec une solution d'hydroquinone, on peut constater, après quelques instants, la formation de la quinone.

» La réaction de l'acide purpurogallique indiquée par M. G. Bertrand dans ses recherches sur la laccase est facile à reproduire. Dans un flacon de 1 litre, on met 300^{cm^3} d'une solution d'acide pyrogallique à 1 pour 100 et on l'additionne de 5^{cm^3} de la solution colloïdale de manganèse, renfermant par conséquent moins de 1^{mg} de manganèse. On y fait passer un courant d'air. Après 1 heure, on peut constater la formation de cristaux d'acide purpurogallique. Le liquide filtré fournit de nouveau cet acide.

» J'ai pu, en quelques heures, en recueillir plusieurs décigrammes. Dans des conditions rigoureusement identiques, mais en présence de l'alcali seul, les solutions d'acide pyrogallique ont fourni aussi de l'acide purpurogallique, mais en quantité bien moindre pour le même temps. En voici un exemple :

Acide purpurogallique obtenu après 5 heures (solution albumineuse).	$0^g,617$
Acide purpurogallique en présence de l'alcali seul..................	$0^g,102$

(¹) *Comptes rendus*, 11 janvier 1904.

(²) La solution colloïdale qui a donné lieu à ces observations a été ainsi préparée : on fait une solution à 3 pour 100 d'albumine de blanc d'œuf très frais avec de l'eau distillée bouillie; on filtre et l'on ajoute $0^g,02$ de chlorure de manganèse dissous, puis, en dernier lieu, 0,1 pour 100 de soude ou de potasse d'une solution titrée. Les manipulations doivent être faites à l'abri de l'air; il se forme un précipité blanc qui se redissout immédiatement. Le liquide est réparti ensuite en ampoules. On peut faire varier ces proportions : pour que le manganèse se maintienne à l'état colloïdal, il est nécessaire que l'addition de l'alcali se fasse en dernier lieu. J'ai appliqué cette méthode à la préparation de solutions à base d'autres matières et dont j'étudie les propriétés.

(³) *Comptes rendus*, 2 mars 1903. Note de M. Gessard.

» La formation de ce corps en quantité sept fois supérieure à celle qui peut résulter de la mise en œuvre de l'oxygène contenu dans le sel de manganèse témoigne que, pendant l'oxydation, l'oxyde de manganèse albumineux a pris de l'oxygène à l'air pour le fixer sur le corps oxydable, c'est-à-dire a joué le rôle d'oxydase, l'état colloïdal du manganèse favorisant cette action. C'est là le point essentiel de ces recherches.

» 4. La formation du bioxyde de manganèse dans la solution colloïdale du sel manganeux et sa disparition peuvent être facilement suivies au moyen de la réaction très sensible donnée par le dérivé tétraméthylé du diphénylméthane, réaction sur laquelle j'ai déjà fixé l'attention comme caractérisant la présence de certains bioxydes ([1]). Avec la solution fraîche on n'obtient aucune coloration (absence de MnO^2), la solution après aération fournit la coloration bleue (présence de MnO^2); l'addition d'une substance oxydable la fait disparaître (réduction de MnO^2); elle reparaît quand toute la substance est oxydée.

» 5. L'oxydation des solutions de substances à fonctions phénoliques se fait avec dégagement d'acide carbonique; on le constate en imbibant une éponge d'un mélange de la solution colloïdale avec une solution de tanin et en l'introduisant sous une éprouvette placée sur du mercure et contenant de l'air ([2]).

» 6. On peut dans certains cas isoler la partie active de la solution colloïdale. La solution obtenue avec de la gélatine donne par addition d'alcool un coagulum qui, lavé et convenablement desséché, peut se redissoudre et présenter les mêmes réactions que la solution primitive.

» 8. La chaleur détruit la plupart des propriétés de cette solution colloïdale de manganèse. Chauffée pendant 20 minutes à 105°, il ne se produit pas de coagulation apparente; la solution reste claire sans aucun louche; exposée à l'air elle ne brunit plus, elle ne donne pas ou peu la réaction du gaïac ni celle du dérivé du diphénylméthane ([3]). A la longue, elle reprend cependant très lentement une partie de ses propriétés.

» 9. La comparaison du pouvoir oxydant vis-à-vis l'acide gallique d'une solution fraîche avec la même solution bouillie, en employant le mode opératoire précédemment décrit, a démontré que l'action oxydante du manganèse était détruite à chaud et qu'il ne subsistait plus que celle de l'alcali. Les rapports des volumes d'oxygène absorbés ont été dans trois expériences :

Pour la solution fraîche	45; 38; 47;
Pour la solution chauffée	0; 5; 3.

» Par l'ensemble de ces résultats, on voit donc que les solutions colloïdales de manganèse obtenues en présence de l'albumine et d'un alcali

---

([1]) *Comptes rendus*, 18 mai 1903. C'est la même réaction que j'ai déjà proposée et utilisée pour caractériser la formaldéhyde (*Comptes rendus*, 1893).

([2]) C'est la répétition de l'expérience que M. Lindet a signalée à propos du jus de pomme (journal *Le Cidre*, 1893).

([3]) La formation du sulfure de manganèse n'explique pas complètement la perte des propriétés du liquide : l'expérience réussit en effet en présence d'un excès de manganèse. D'autre part, l'alcalinité du liquide chauffé varie très peu.

possèdent des propriétés dignes d'être remarquées. Au cours de ses travaux sur le rôle physiologique du manganèse, M. G. Bertrand (1) a émis l'hypothèse que la matière protéique combinée à ce métal devait le maintenir sous la forme la plus propice à son rôle d'oxydant. Cette opinion est confirmée par mes résultats. »

CHIMIE GÉNÉRALE. — *Sur les mélanges de trisulfure d'antimoine et d'antimoine.* Note de M. **H. Pélabon**, présentée par M. H. Moissan.

« Le trisulfure d'antimoine et l'antimoine intimement mélangés et portés à une température supérieure au point de fusion du second corps, ne donnent pas en général un second liquide homogène, mais deux liquides superposés. Il est facile de le constater, d'abord en transportant le tube de verre qui contient le mélange dans un endroit obscur : les deux parties liquides se distinguent alors nettement l'une de l'autre par leur différence d'aspect, la couche inférieure restant rouge beaucoup plus longtemps que la couche supérieure; ensuite en brisant la masse solidifiée après complet refroidissement : elle se sépare facilement en deux parties, d'une part un culot métallique, d'autre part une substance présentant l'aspect de la stibine.

» Un examen plus minutieux du solide extrait de l'appareil permet de tirer certaines conséquences concernant les liquides qui lui ont donné naissance. C'est ainsi que l'on peut démontrer que le liquide le moins dense, que j'appellerai *a*, mouille le verre et qu'il est formé d'une dissolution d'antimoine dans le sulfure liquide. Si l'on traite ce corps solidifié et pulvérisé par de l'acide chlorhydrique concentré, on obtient un résidu insoluble formé d'antimoine. Ce fait a du reste été signalé par Berzélius.

» Le liquide le plus dense *b* ne mouille pas le verre, c'est un mélange intime d'antimoine et de sulfure, ce dernier corps étant toujours en proportion très faible. La masse solidifiée et traitée par l'acide chlorhydrique concentré donne du gaz hydrogène sulfuré qu'il est facile de mettre en évidence et même de doser.

» Le corps *a* est moins friable que le sulfure pur, le corps *b* est aussi plus

(1) *Annales agronomiques*, t. XXII, 1897, p. 385.

dur que l'antimoine pur. Sous le choc, il se sépare en un petit nombre de morceaux dont les cassures sont rigoureusement planes.

» L'expérience montre que les deux liquides *a* et *b* n'existent pas toujours simultanément et que, si l'on désigne par R le rapport de la masse de soufre dans le mélange à la masse totale de ce dernier, on a un seul liquide homogène quand R est inférieur à 0,015 ou supérieur à 0,25.

» Nous nous sommes proposé d'étudier, pour toutes les valeurs de R, la solidification des liquides obtenus par la fusion d'un mélange d'antimoine et de sulfure Sb^2S^3.

» 1° Quand R est inférieur à 0,015, la température de la solidification commençante de la solution de trisulfure dans l'antimoine est comprise entre 615° et 632°; elle décroît quand la concentration de la solution croît, c'est-à-dire quand R augmente.

» 2° Aussitôt que R dépasse la valeur 0,015, le second liquide *a* apparaît au-dessus du premier *b* et l'on trouve alors deux points de solidification qui demeurent sensiblement les mêmes, quel que soit R, pourvu que ce rapport reste inférieur à 0,25.

» Le point de solidification commençante baisse, il est vrai, quand le rapport R croît, mais très faiblement; ce résultat s'explique aisément, si l'on remarque que le liquide considéré *b* se solidifie en présence d'une masse variable et croissante de l'autre liquide. Au contraire, la température de solidification du corps *a* croît faiblement avec R, résultat qui s'explique d'une manière analogue, le corps *a* prenant l'état solide en présence d'une masse variable et décroissante du corps *b* solidifié.

» 3° Enfin, quand le rapport R dépasse la valeur 0,25 pour atteindre le nombre 0,287 relatif au trisulfure pur, la température de solidification commençante du liquide homogène que l'on obtient alors croît régulièrement.

» En résumé, l'antimoine pur se solidifie à 632°, la solution saturante du trisulfure dans ce métal liquide se solidifie à 615°. Les températures de solidification du sulfure pur et de la solution saturante d'antimoine dans ce composé liquide sont respectivement 555° et 515°.

» Il faut remarquer que la solution saturée d'antimoine dans le sulfure, à la température de solidification 515°, ne peut être prise pour le composé SbS comme le supposait Faraday; pour ce composé on aurait en effet $R = 0,21$ alors que la solution considérée correspond à $R = 0,25$.

» Les résultats précédents sont parfaitement d'accord avec ceux que

nous avons trouvés en étudiant d'une part l'action du gaz sulfhydrique en vase clos sur l'antimoine et d'autre part l'action de l'hydrogène dans les mêmes conditions sur le sulfure ([1]).

» Quand l'hydrogène sulfuré et l'antimoine se trouvent en présence en tube scellé à une température supérieure à 632°, il y a décomposition partielle du composé gazeux et formation de sulfure d'antimoine qui se dissout dans l'excès de métal. La solution obtenue, toutes choses égales, a une concentration variable avec la masse d'antimoine; cette concentration est d'autant plus faible que la masse de métal est elle-même plus forte. Finalement la constitution du système gazeux quand l'équilibre est atteint doit être fonction de cette dernière masse. L'expérience montre en effet que plus cette masse est grande plus le mélange gazeux est riche en hydrogène.

» Supposons au contraire qu'au moment de l'expérience les tubes scellés renferment les deux liquides *a* et *b* dont il a été parlé plus haut. La constitution de chacun de ces liquides dépend uniquement de la température, le mélange gazeux doit dans ces conditions avoir une composition fonction uniquement de la température et non des proportions relatives des deux corps *a* et *b*. C'est ce que l'expérience vérifie.

» Enfin faisons réagir l'hydrogène sur des masses variables de sulfure, il y aura formation de gaz sulfhydrique, et l'antimoine mis en liberté se dissoudra dans le sulfure liquide; la solution sera en général non saturante et sa concentration sera d'autant plus faible que la masse de trisulfure d'antimoine aura une plus grande valeur.

» On trouve dans ces conditions que la composition du système gazeux est pour une même valeur de la température fonction de la composition du liquide et que la proportion de gaz sulfhydrique qu'il renferme, quand l'équilibre est établi, est d'autant plus forte que la masse de sulfure sur laquelle on opère est elle-même plus forte.

» L'expérience montre en outre que, dans le cas considéré, si le poids de sulfure d'antimoine devient inférieur à une certaine valeur p, la constitution du mélange gazeux redevient constante pour une température donnée. On peut facilement constater que ce poids p est tel qu'au moment de l'équilibre la valeur du rapport R considéré plus haut est approximativement égale à 0,25. »

([1]) PÉLABON, *Annales de Physique et de Chimie*, 7e série, t. XXV.

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur un isomère du bornéol, l'alcool campholénique et quelques dérivés campholéniques.* Note de M. A. **Béhal**, présentée par M. Haller.

« *Alcool campholénique, β-campholénol*-1. — J'ai préparé l'alcool campholénique en partant du campholénate d'éthyle inactif et en utilisant la méthode de réduction de MM. Bouveault et Blanc.

» J'ai voulu étudier le mécanisme de la réaction et j'ai opéré systématiquement en ajoutant des quantités croissantes de sodium. J'ai trouvé que, lorsqu'on en avait ajouté un peu plus de 2^{mol}, le rendement en alcool campholénique n'augmentait plus, qu'il était d'environ 50 pour 100 du rendement théorique et que l'on retrouvait la moitié de son acide campholénique inaltéré. L'hypothèse qui me paraît plausible, dans ce cas, serait d'admettre la formation d'un campholénate de campholényle, ou d'une combinaison analogue, irréductible dans ces conditions; mais je n'ai pu vérifier le fait expérimentalement. Ce ne doit pas, du reste, être le seul mécanisme de réduction, car MM. Bouveault et Blanc ont trouvé dans certaines expériences un rendement supérieur à 50 pour 100 du chiffre théorique.

» Le β-campholénol isomère du bornéol répond à la formule de constitution suivante :

```
        CH³   CH³
          \   /
            C
          /   \
    H²C         C — CH³
     |          ||
    H²C ——————  C — CH² — CH²OH.
```

» C'est un liquide d'odeur faible, camphrée, bouillant à 215°-216° sous 760^{mm}. Sa densité à 0° est de 0,9231, à 20° elle est de 0,9096; son indice de réfraction pour la raie D est à la température de 20° de 1,47101, d'où RM = 47,31, calculé 47,15.

» Il fournit, avec l'anhydride mixte formique acétique, un éther formique bouillant à 215°-216°; sa densité à 0° est de 0,9800, à 20° elle est de 0,9718. Son indice de réfraction pour la raie D, à 20°, est de 1,45742, d'où RM = 51,26, calculé 52,10.

» L'anhydride acétique fournit un éther acétique, bouillant à 228°-229°; sa densité à 0° est de 0,9518, à 22° elle est de 0,9355. Son indice de réfraction à 22° est de 1,45562, d'où RM = 56,8, calculé 56,7.

» L'éther butyrique, préparé avec l'anhydride, bout à 252°-254°; sa densité à 0° est de 0,9660 et à 20° de 0,9581.

» *Oxyde de campholényle* (campholanoxyde). — Sous l'influence de l'ébullition prolongée avec de l'acide sulfurique étendu (6 pour 100 en volume) l'alcool campholénique donne naissance à un oxyde possédant la même formule $C^{10}H^{18}O$.

» Ce corps bout à 180°-182° sous 760mm; sa densité à 0° est de 0,9303, à 19° elle est de 0,9173. Son indice de réfraction à 19° est de 1,46071 d'où RM = 45,44, calculé 45,30. Sous l'influence des acides concentrés, cet oxyde se transforme en carbures, mais la réaction est complexe, et je n'ai pu réussir à isoler du mélange des produits définis.

» Il est vraisemblable que la formation de l'oxyde campholénique résulte de la fixation d'une molécule d'eau sur la fonction éthylénique et de la déshydratation ultérieure du glycol γ ainsi formé. J'ai pu donner un point d'appui à cette hypothèse en préparant ce glycol.

» En effet, en hydrogénant par le procédé de MM. Bouveault et Blanc la campholénolactone inactive, j'ai obtenu un glycol $C^{10}H^{20}O^2$.

» Ce corps très bien cristallisé est peu soluble dans l'éther de pétrole, soluble dans l'alcool et le benzène; il fond à 145°. Chauffé à l'ébullition avec de l'acide sulfurique à 5 pour 100 il se transforme très rapidement par déshydratation en un oxyde présentant toutes les propriétés de celui obtenu à partir de l'alcool campholénique.

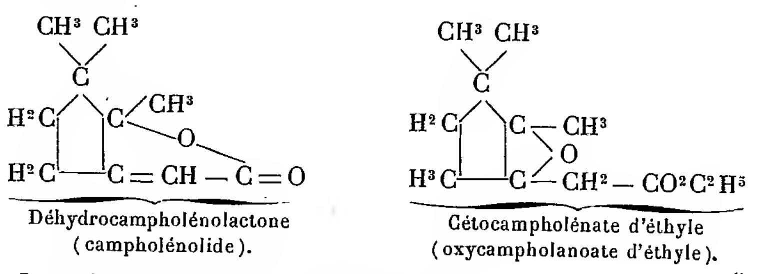
» Les deux formules ci-dessous rendent compte de ce fait :

```
      CH³ CH³                           CH³ CH³
        \/                                \/
        C                                 C
      /   \   /CH³                      /   \   /CH³
  H²C      C                        H²C      C
     |     |  \OH                      |     |  \
     |     |                           |     |   O
  H²C ----- CH — CH² — CH²OH        H²C ----- CH — CH² — CH²
```

β-campholanediol. β-campholanoxyde.

» La déhydrocampholénolactone et l'éther éthylique de l'acide qui en dérive, hydrogénés, dans les mêmes conditions, fournissent le même campholanediol.

» Ceci établit qu'il n'y a point eu de transposition moléculaire dans l'obtention de ces deux derniers corps et permet d'en déduire leur constitution représentée par les formules suivantes :



Déhydrocampholénolactone (campholénolide). Cétocampholénate d'éthyle (oxycampholanoate d'éthyle).

» C'est, à ma connaissance, la première fois que l'on a pu transformer une lactone à fonction simple en glycol correspondant. Il est bon d'ajouter que dans la série des sucres les lactones à fonction complexe s'hydrogènent avec facilité en donnant, suivant les conditions de la réaction, soit l'aldéhyde alcool, soit le diol correspondant à la lactone utilisée comme l'ont montré les travaux de E. Fischer. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Nouveaux phénols dinaphtopyraniques.* Note de M. **R. Fosse**, présentée par M. A. Haller.

« Nous avons précédemment établi que les sels de dinaphtopyryle se copulent avec le phénol, le naphtol β et le gayacol pour produire des corps phénoliques

$$O\left\langle\begin{matrix}C^{10}H^{6}\\C^{10}H^{6}\end{matrix}\right\rangle CH - C^{n}H^{p-2}OH, \qquad (1)$$

résultant de la substitution du radical dinaphtopyryle à un atome d'hydrogène d'une molécule phénolique $C^{n}H^{p-1}OH$. Cette réaction a lieu conformément à l'équation

$$CH\left\langle\begin{matrix}C^{10}H^{6}\\C^{10}H^{6}\end{matrix}\right\rangle O.X + C^{n}H^{p-1}ONa = NaX + HO.C^{n}H^{p-2}.CH\left\langle\begin{matrix}C^{10}H^{6}\\C^{10}H^{6}\end{matrix}\right\rangle O.$$

» Nous avons pu démontrer, pour ces trois phénols, que la soudure du carbone pyranique se fait avec le carbone phénolique, situé en para, lorsque cette position est libre, et avec le carbone phénolique, placé en ortho, quand la position para est occupée.

» Nous avons admis que les phénols, engendrés par copulation et représentés par la formule générale (1), proviennent, par migration moléculaire, des corps intermédiaires instables

$$CH\left\langle\begin{matrix}C^{10}H^{6}\\C^{10}H^{6}\end{matrix}\right\rangle O.C^{n}H^{p-2}.OH$$

formés dans une première phase de la réaction copulatrice.

» Enfin, nous avons découvert à ces phénols pyraniques une propriété curieuse, qui semble appartenir à toute cette famille de monophénols : *l'insolubilité dans les alcalis aqueux, la solubilité dans les alcalis alcooliques.* Nous expliquons cette anomalie de la fonction phénolique, en admettant

que la basicité de l'oxygène pyranique neutralise l'acidité de l'hydroxyle phénolique pour former une sorte de sel, stable dans les alcalis en solution dans l'eau, décomposable, au contraire, par les alcalis en présence d'alcool.

» Dans la présente Note, nous décrirons les nouveaux phénols qui résultent de la copulation des sels de dinaphtopyryle avec les trois crésols ortho, méta et para.

» ORTHOCRÉSYL DINAPHTOPYRANE : $\begin{matrix} CH^3 \\ HO \end{matrix} \rangle C^6H^3.CH \langle \begin{matrix} C^{10}H^6 \\ C^{10}H^6 \end{matrix} \rangle O$. — Ce nouveau phénol se présente en petits cristaux, légèrement rosés, fondant à 232°-233°. Ses solutions benzéniques rougissent au contact de l'air. Par analogie avec les faits précédemment établis par nous, sa formule de constitution semble devoir être

$$HO\langle \underset{CH^3}{\bigcirc} \rangle CH \langle \begin{matrix} C^{10}H^6 \\ C^{10}H^6 \end{matrix} \rangle O.$$

» Nous nous réservons de la vérifier en comparant ce phénol au produit de condensation du naphtol β et de l'aldéhyde *o.* méthyl-*p.* oxybenzoïque

$$HO\langle \underset{CH^3}{\bigcirc} \rangle CHO.$$

» Ce corps est insoluble dans les eaux alcalines, soluble dans les alcalis alcooliques.

» *Éther acétique. Acétate d'o.crésyl.dinaphtopyrane :*

$$\begin{matrix} CH^3CO^2 \\ CH^3 \end{matrix} \rangle C^6H^3.CH \langle \begin{matrix} C^{10}H^6 \\ C^{10}H^6 \end{matrix} \rangle O.$$

Obtenu par l'action de l'anhydride acétique sur le corps précédent, cet éther fond à 240°. Il est insoluble dans la potasse alcoolique à froid, mais se dissout à l'ébullition en se saponifiant. L'addition d'eau à la solution alcoolique précipite des flocons d'*o*.crésyl.dinaphtopyrane fondant à 232°-233°.

» MÉTACRÉSYL-DINAPHTOPYRANE : $\begin{matrix} CH^3 \\ HO \end{matrix} \rangle C^6H^3.CH \langle \begin{matrix} C^{10}H^6 \\ C^{10}H^6 \end{matrix} \rangle O$. — Ce corps fond à 215°, se dissout dans le benzène, dans les alcalis alcooliques, est insoluble dans les lessives alcalines.

» Formule de constitution probable :

$$HO\langle \underset{CH^3}{\bigcirc} \rangle .CH \langle \begin{matrix} C^{10}H^6 \\ C^{10}H^6 \end{matrix} \rangle O.$$

» Il forme avec divers dissolvants des combinaisons moléculaires, en cristaux inco-

lores, dissociables à l'étuve à 110°, répondant aux formules suivantes :

$$\begin{matrix}CH^3\\HO\end{matrix}\!\!>C^6H^3.CH<\!\!\begin{matrix}C^{10}H^6\\C^{10}H^6\end{matrix}\!\!>O + C^2H^5OH,$$

$$\begin{matrix}CH^3\\HO\end{matrix}\!\!>C^6H^3.CH<\!\!\begin{matrix}C^{10}H^6\\C^{10}H^6\end{matrix}\!\!>O + CH^3.CO.CH^3,$$

$$\begin{matrix}CH^3\\HO\end{matrix}\!\!>C^6H^3.CH<\!\!\begin{matrix}C^{10}H^6\\C^{10}H^6\end{matrix}\!\!>O + CH^3.CO\,OH.$$

» Paracrésyl-dinaphtopyrane : $\begin{matrix}CH^3\\HO\end{matrix}\!\!>C^6H^3.CH<\!\!\begin{matrix}C^{10}H^6\\C^{10}H^6\end{matrix}\!\!>O$. — Ce phénol fond à 249°-250°. Il se dissout dans les alcalis alcooliques et non dans les lessives alcalines. Il paraît avoir la constitution :

$$\underset{OH}{\overset{CH^3}{\langle\;\;\rangle}}.CH<\!\!\begin{matrix}C^{10}H^6\\C^{10}H^6\end{matrix}\!\!>O.$$

» *Éther acétique :* $\begin{matrix}CH^3.CO^2\\CH^3\end{matrix}\!\!>C^6H^3.CH<\!\!\begin{matrix}C^{10}H^6\\C^{10}H^6\end{matrix}\!\!>O.$

» Point de fusion : 232°-233°.

» *Éther éthylique :* $\begin{matrix}C^2H^5-O\\CH^3\end{matrix}\!\!>C^6H^3.CH<\!\!\begin{matrix}C^{10}H^6\\C^{10}H^6\end{matrix}\!\!>O$. — Cet éther-oxyde fond à 240°-241°; il a été obtenu par l'action de l'iodure d'éthyle sur le paracrésyl-dinaphtopyrane potassé en solution dans l'alcool. Il est insoluble à froid dans les alcalis, soit aqueux, soit alcooliques. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur les alcoyl-allyl-cétones.* Note de M. E.-E. Blaise, présentée par M. A. Haller.

« Dans un travail antérieur, j'ai montré que le glutaconate d'éthyle renferme 2^{at} d'hydrogène acides, et j'ai développé l'étude du mécanisme de la méthylation de cet éther. Je me suis préoccupé depuis de rechercher si cette influence de la liaison éthylénique sur le caractère électro-négatif de l'hydrogène est générale, et si elle se manifeste dans tous les composés qui renferment le groupement $-CH=CH-CH^2-X$, où X représente un radical électronégatif quelconque.

» Les alcoyl-allyl cétones renferment précisément ce groupement, mais elles étaient inconnues jusqu'ici, aucun procédé ne permettant de les obtenir, et j'ai dû chercher d'abord une méthode de préparation. J'ai donné précédemment une méthode de synthèse des cétones, qui consiste à

condenser les nitriles avec les dérivés éthéro-organométalliques mixtes du magnésium. Mais, dans le cas particulier, cette réaction n'est pas utilisable, car on sait que l'iodure d'allyle réagit d'une manière anormale sur le magnésium en présence d'éther anhydre. Cependant, ayant constaté dans de nombreux cas que l'iodure d'allyle montre une aptitude spéciale à entrer en réaction, j'ai pensé que la condensation de cet iodure avec les nitriles pourrait s'effectuer en présence du zinc. L'expérience a confirmé cette hypothèse, et l'on constate que l'iodure d'allyle réagit avec une extrême énergie sur les nitriles en présence de ce métal. On peut modérer la réaction par l'emploi d'un dissolvant, mais celui-ci ne doit, dans aucun cas, être l'éther anhydre, car j'ai constaté que l'iodure d'allyle réagit très facilement sur le zinc en présence d'éther, et donne exclusivement du diallyle. J'ai employé ordinairement le benzène comme dissolvant; on n'a pas à craindre, dans les conditions de la condensation, la formation d'allylbenzène. Cette condensation, en effet, doit être effectuée à 0°, et le contact doit être prolongé pendant 24 heures environ. La réaction est exprimée par les formules suivantes :

$$CH^2 = CH - CH^2I + R - C \equiv N + Zn$$
$$= CH^2 = CH - CH^2 - C\begin{matrix}\diagup\!\!\diagup N - ZnI \\ \diagdown R\end{matrix},$$

$$2CH^2 = CH - CH^2 - C\begin{matrix}\diagup\!\!\diagup N - ZnI \\ \diagdown R\end{matrix} + 4H^2O$$
$$= 2CH^2 = CH - CH^2 - CO - R + 2NH^3 + Zn(OH)^2 + ZnI^2.$$

» Après décomposition par l'eau, puis par l'acide sulfurique étendu, on entraîne par un courant de vapeur d'eau, et l'on fractionne le produit entraîné. Ce fractionnement donne surtout la cétone allylée, mais on a constaté, en général, la présence d'un produit supérieur, de nature également cétonique, et qui est constitué par la cétone propénylée isomère. Il y a donc, dans la condensation, transposition partielle de la liaison éthylénique.

» D'autre part, si l'on cherche à augmenter le rendement par l'emploi d'un excès d'iodure d'allyle, on observe la formation d'un alcool tertiaire diallylé à point d'ébullition beaucoup plus élevé.

» Les cétones allylées constituent des liquides incolores et mobiles, bouillant sans altération à la pression ordinaire. Leur odeur est assez agréable; toutefois, les premiers termes présentent une odeur fortement piquante. Entre deux homologues, on constate une différence de point d'ébullition d'environ 20°. Une cétone propénylée bout environ

10° au-dessus du point d'ébullition de la cétone allylée isomère. Comme on le voit, l'écart dû au déplacement de la double liaison est de même ordre et de même sens que celui qu'on constate entre les points d'ébullition des acides crotonique et vinylacétique. Les cétones allylées réagissent avec une grande facilité sur la semicarbazide, avec formation de semicarbazones. Les oximes sont liquides et bouillent dans le vide sans altération.

» La liaison éthylénique est mise en évidence, dans ces cétones, par la facilité avec laquelle elles réduisent le permanganate de potasse, à froid, et fixent les hydracides. Avec l'acide bromhydrique saturé à 0°, la fixation se produit avec un dégagement de chaleur très notable. Les cétones saturées bromées ainsi obtenues distillent dans le vide sans décomposition, mais elles sont peu stables et s'altèrent très rapidement. Incolores au moment de leur préparation, elles se colorent bientôt en jaune brun, puis en rouge franc et même en violet. Dans ces cétones bromées, l'atome d'élément halogène n'est pas, comme on pourrait le supposer par analogie, en position γ, mais en position β. En effet, par ébullition avec les solutions alcalines, et même, par simple ébullition avec l'eau, elles perdent 1^{mol} d'acide bromhydrique. On obtient ainsi la cétone propénylée isomère de la cétone allylée d'où l'on est parti, et qui est d'ailleurs identique à celle qui se forme directement dans la condensation qui fournit cette dernière.

$$\begin{aligned} CH^2 = CH - CH^2 - CO - R &\rightarrow CH^3 - CHBr - CH^2 - CO - R \\ &\rightarrow CH^3 - CH = CH - CO - R. \end{aligned}$$

» Les cétones propénylées donnent très facilement des semicarbazones, mais la formation de celles-ci présente des particularités sur lesquelles je reviendrai.

» L'influence de la liaison éthylénique sur le groupement CH^2 compris entre cette liaison et le carbonyle fera l'objet d'une prochaine Note. D'autre part, je me propose de développer l'étude des cétones propénylées et allylées, ainsi que, d'une façon générale, la condensation de l'iodure d'allyle avec les corps à fonction nitrile, en présence du zinc. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Acides et carbures éthyléniques oxyalcoylés.* Note de M. Charles Moureu, présentée par M. H. Moissan.

« Il résulte d'une Note récente (Ch. Moureu, *Comptes rendus*, 25 janvier 1904) que les éthers β-acétaliques peuvent perdre, sous l'action de la chaleur, 1^{mol} d'alcool, en donnant les éthers β-oxyalcoylés correspondants, suivant l'équation :

» Exemple :

$$\underbrace{C^6H^5 - C(OCH^3)^2 - CH^2 - CO^2CH^3}_{\text{Éther } \beta\text{-acétalique.}}$$
$$= CH^3OH + \underbrace{C^6H^5 - C(OCH^3) = CH - CO^2CH^3}_{\text{Éther éthylénique } \beta\text{-oxyalcoylé.}}.$$

» I. En saponifiant ces éthers éthyléniques, j'ai isolé à l'état de pureté les acides suivants :

Acide β-amyl β-méthoxyacrylique	$(C^5H^{11})C(OCH^3) = CH - CO^2H$.....	54°,5
Acide β-amyl β-éthoxyacrylique	$(C^5H^{11})C(OC^2H^5) = CH - CO^2H$.....	74
Acide β-amyl β-propoxyacrylique	$(C^5H^{11})C(OC^3H^7) = CH - CO^2H$.....	58
Acide β-hexyl β-méthoxyacrylique	$(C^6H^{13})C(OCH^3) = CH - CO^2H$.....	55,5
Acide β-phényl β-méthoxyacrylique	$(C^6H^5)C(OCH^3) = CH - CO^2H$.....	vers 180° (décomp.)
Acide β-phényl β-éthoxyacrylique	$(C^6H^5)C(OC^2H^5) = CH - CO^2H$.....	vers 160° (décomp.)

» A l'inverse des acides β-acétaliques, dont l'hydrolyse est très rapide, les acides éthyléniques β-oxyalcoylés résistent presque indéfiniment à l'action hydrolysante du chlorure ferrique en solution alcoolique, et c'est à peine si l'on observe une très légère coloration rougeâtre après quelques jours de contact.

» L'acide sulfurique dilué les hydrolyse rapidement à chaud, avec formation d'acétone correspondante, conformément à l'équation :

» Exemple :

$$\underbrace{C^5H^{11} - C(OCH^3) = CH - CO^2H}_{\text{Acide β-amyl β-méthoxyacrylique.}} + H^2O = \underbrace{C^5H^{11} - CO - CH^3}_{\text{Méthylamylcétone.}} + H^2O + CO^2.$$

» Ils se dédoublent tous avec une grande netteté, sous l'action de la chaleur, en anhydride carbonique et carbures éthyléniques oxyalcoylés. Voici ces carbures :

2-amyl 2-méthoxyéthylène	$(C^5H^{11})C(OCH^3) = CH^2$......	145°,5	(corr.)
2-amyl 2-éthoxyéthylène	$(C^5H^{11})C(OC^2H^5) = CH^2$......	161°-161°,5	(corr.)
2-amyl 2-propoxyéthylène	$(C^5H^{11})C(OC^3H^7) = CH^2$......	181°-182°	(corr.)
2-hexyl 2-méthoxyéthylène	$(C^6H^{13})C(OCH^3) = CH^2$......	166°-168°	(corr.)
2-phényl 2-méthoxyéthylène	$(C^6H^5)C(OCH^3) = CH^2$......	197°	(corr.)
2-phényl 2-éthoxyéthylène	$(C^6H^5)C(OC^2H^5) = CH^2$......	209°-210°	(corr.) (1)

» Ces nouveaux composés s'hydrolysent très rapidement sous l'action de l'acide sulfurique dilué, avec formation d'acétone correspondante :

» Exemple :

$$\underbrace{(C^6H^{13})C(OCH^3) = CH^2}_{\text{2-hexyl 2-méthoxyéthylène.}} + H^2O = CH^3OH + \underbrace{C^6H^{13} - CO - CH^3}_{\text{Méthylhexylcétone.}}.$$

(1) Ce corps et l'acide d'où il dérive ont déjà été signalés par L. Claisen. L'auteur avait obtenu l'éther éthylénique correspondant en traitant le benzoylacétate d'éthyle par l'éther de Kay en présence du chlorure d'acétyle (*Berichte*, t. XXIX, p. 1006).

» J'ai même observé que si on les traite en solution hydroalcoolique par le chlorhydrate de semi-carbazide et l'acétate de soude, ils fournissent directement la semi-carbazone de l'acétone. Ce fait s'explique en admettant que l'acide acétique mis en liberté par l'action de l'acétate de soude sur le chlorhydrate de semi-carbazide, a suffi à produire l'hydrolyse. Au contraire, les mêmes composés demeurent intacts quand on les traite par le chlorhydrate de semi-carbazide et un alcali caustique ou carbonaté.

» II. On voit que la décomposition par la chaleur des acides éthyléniques β-oxyalcoylés constitue une méthode très régulière d'obtention des carbures ethyléniques oxyalcoylés possédant la constitution générale $RC(OR') = CH^2$. En vue de préparer les corps de la forme

$$(R)CH = CH(OR'),$$

j'ai songé à faire agir directement sur les carbures acétyléniques vrais, $R - C \equiv CH$, les alcools sodés, qui, comme je l'ai montré antérieurement, opèrent facilement la condensation des alcools avec les éthers acétyléniques. L'œnanthylidène $C^5H^{11} - C \equiv CH$, carbure de la série grasse, a, dans ces conditions, simplement subi l'isomérisation en carbure acétylénique bisubstitué $C^4H^9 - C \equiv C - CH^3$, comme il le fait sous l'action de la potasse alcoolique (Faworsky). Au contraire, le phénylacétylène $C^6H^5 - C \equiv CH$, carbure cyclique, fixe, sous l'action des alcools sodés en solution concentrée à chaud, 1^{mol} d'alcool, en donnant les carbures oxyalcoylés $(C^6H^5)CH = CH(OR)$. Les quatre composés suivants ont été ainsi préparés :

		Ébullition.	
2-phényl 1-méthoxyéthylène	$(C^6H^5)CH = CH(OCH^3)$	210°-213°	(corr.)
2-phényl 1-éthoxyéthylène	$(C^6H^5)CH = CH(OC^2H^5)$	225 -226	(corr.)
2-phényl 1-propoxyéthylène	$(C^6H^5)CH = CH(OC^3H^7)$	238 -241	(corr.)
2-phényl 1-isobutoxyéthylène	$(C^6H^5)CH = CH(OC^4H^9)$	248 -251	(corr.)

» Ces divers carbures oxyalcoylés sont hydrolysables par l'acide sulfurique étendu, avec formation d'aldéhyde phénylacétique.

» Exemple :

$$\underbrace{(C^6H^5)CH = CH(OC^4H^9)}_{\text{2-phényl 1-isobutoxyéthylène.}} + H^2O = \underbrace{C^6H^5 - CH^2 - CHO}_{\text{Ald. phénylacétique.}} + \underbrace{C^4H^9 - OH.}_{\text{Alcool isobutylique.}}$$

» En opposition avec ces résultats, il convient de rappeler qu'en chauf-

fant l'allylène $CH^3 - C \equiv CH$ avec de la potasse alcoolique, Faworsky fixa le résidu oxyalcoylé non en position 1, mais en position 2, et obtint ainsi le 2-méthyl 2-éthoxyéthylène $(CH^3)C(OC^2H^5) = CH^2$ (*Journ. Soc. phys. chim. russe*). Au contraire, l'action du même réactif sur le phénylacétylène fournit à Nef le même produit que l'éthylate de sodium, c'est-à-dire le 2-phényl 1-éthoxyéthylène (*Lieb. Annalen*, 1899).

» *En résumé*, j'ai isolé à l'état pur une série d'acides éthyléniques oxyalcoylés $RC(OR') = CH - CO^2H$ et de carbures éthyléniques oxyalcoylés $RC(OR') = CH^2$, et j'ai étudié les divers dédoublements de ces composés. J'ai, de plus, condensé quelques alcools avec le phénylacétylène. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Recherches sur les azoïques. Réduction des acétals et des acides nitrobenzoïques.* Note de M. **P. Freundler**, présentée par M. H. Moissan.

« L'étude de la réduction de l'alcool *o*-nitrobenzylique et de ses éthers-oxydes [1] a mis en évidence l'influence des substitutions du noyau sur la formation des azoïques. J'ai complété ces recherches en soumettant au même traitement (poudre de zinc, alcool et soude) les 3 acétals et les acides *o*- et *p*-nitrobenzoïques.

» *Acétal o-nitré.* — L'azoïque, produit normal de la réduction, a pris naissance à raison de 63 pour 100 du rendement théorique; les autres produits consistaient principalement en une aldéhyde à fonction basique, dont je n'ai pu déterminer la nature (15 pour 100), en acide anthranilique (5 pour 100) et en un composé $C^{14}H^8Az^2O^2$, déjà obtenu à partir de l'alcool *o*-nitrobenzylique. L'*acétal o-azobenzoïque*

$$(CH^3O)^2CH.C^6H^4Az = Az.C^6H^4.CH(OCH^3)^2$$

fond à 144° et l'*hydrazoïque* correspondant vers 115°.

» *Acétal m-nitré.* — Le rendement en azoïque a été de 92 pour 100 de la théorie. Il n'a pas été possible d'isoler des substances acides ou basiques. L'*acétal m-azobenzoïque* fond à 86° et l'*aldéhyde* à 150°.

» *Acétal p-nitré.* — On a obtenu 83 pour 100 d'azoïque. Il s'est fait en outre une certaine quantité d'une résine orangée analogue à celle qui se forme par réduction de l'aldéhyde elle-même, et qui a été décrite par M. Alway [2]. Les produits acides et basiques faisaient défaut.

---

(1) *Comptes rendus*, t. CXXXVI, p. 370; t. CXXXVII, p. 521.
(2) *Am. chem. Journ.*, t. XXVIII, p. 34.

» La formation de cette résine s'explique facilement. En effet, les acétals employés dans ces recherches ont été débarrassés de l'aldéhyde qu'ils renfermaient par le procédé de M. Fischer (agitation avec une solution aqueuse d'hydroxylamine). Or, dans le cas de l'isomère para, la purification n'a pas pu être complète, car l'acétal en question est solide à la température ordinaire.

» *Acide o-nitrobenzoïque.* — Les produits acides de la réduction consistaient en un mélange d'acide *o*-azobenzoïque (62 pour 100) et d'acide anthranilique (10 pour 100).

» *Acide p-nitrobenzoïque.* — L'insolubilité de l'acide para-azobenzoïque rendant sa purification très difficile, je me suis contenté de constater l'absence de quantités appréciables d'acide *p*-aminé.

» L'examen comparatif des résultats obtenus dans la réduction de ces divers composés nitrés conduit à quelques conclusions intéressantes.

» On remarquera que, seuls, les dérivés ortho-substitués donnent naissance à des quantités pondérables de dérivés aminés. Cette observation est d'ailleurs confirmée par un grand nombre d'exemples que l'on rencontre dans la littérature chimique, et qui montrent que le phénomène est indépendant de la fonction chimique du groupement voisin du radical AzO^2.

» Ce fait est peut-être dû à un empêchement stérique.

» En effet, M. Bamberger (¹), puis plus tard M. Haber (²), ont proposé de représenter la réduction des dérivés nitrés en solution alcaline par les schémas suivants :

$$\text{I.}\quad \left\{\begin{array}{l} R.AzO^2 \rightarrow R.AzHOH \rightarrow R.Az \\ R.AzO^2 \rightarrow R.AzHOH \rightarrow R.Az \end{array}\right. \overset{\parallel}{} (+2H^2O) \rightarrow \begin{array}{c} R.AzH \\ | \\ R.AzH, \end{array}$$

$$\text{II.}\quad R.AzO^2 \rightarrow R.AzHOH \rightarrow R.AzH^2.$$

» On se trouve en présence de deux réactions douées évidemment de vitesses différentes, et la présence de groupements ortho-substitués peut retarder ou empêcher la formation de l'azoïque et favoriser ainsi la production de dérivés aminés. M. Bamberger a d'ailleurs démontré directement que les hydroxylamines, traitées par la soude alcoolique, se transforment en azoïque par déshydratation; il a signalé, d'autre part, un empêchement stérique du même ordre à propos de la transformation des hydroxylamines en dérivés nitrosés et en azoxyques par oxydation.

» J'insisterai également sur les modifications que subissent les propriétés des fonctions éther-oxyde et acétal sous l'influence d'un groupe-

---

(¹) *Berichte*, t. XXVII, p. 1548; t. XXXIII, p. 271.

(²) *Zeitsch. f. angew. Chemie*, t. XVIII, 1900.

ment AzO^2 ortho-substitué. J'ai montré, en effet, que les éthers-oxydes *o*-nitrobenzyliques et l'acétal *o*-nitrobenzoïque sont saponifiés par les alcalis, tandis que les isomères méta- et para-nitrés ne le sont pas. On peut constater ainsi une fois de plus les propriétés spéciales inhérentes à la position ortho du noyau benzénique. »

CHIMIE AGRICOLE. — *Influence sur la végétation de l'acide carbonique émis par le sol.* Note de M. **E. Demoussy**, présentée par M. A. Müntz.

« Dans une Note précédente (¹), j'ai montré que les plantes peuvent profiter à un très haut degré de la présence d'un excès même faible d'acide carbonique dans l'atmosphère qui les entoure. Je demanderais aujourd'hui à l'Académie la permission de présenter quelques conséquences de ce fait.

» J'avais fait remarquer que, dans les couches des maraîchers, les végétaux vivent dans une atmosphère riche en gaz carbonique, renfermant souvent, d'après mes analyses, plus de 2 millièmes de ce gaz. De cette observation et de mes premières expériences il s'ensuit que la croissance rapide des végétaux sous châssis n'est pas seulement due à la température élevée que le fumier entretient par sa fermentation, mais doit en outre être attribuée à l'acide carbonique dégagé par ce fumier. C'est ce que j'ai pu vérifier directement.

» Quatre pots de sable additionné d'engrais minéraux ont reçu chacun quatre laitues pesant individuellement 2g à l'état frais. Ces pots étaient placés sous des cloches de verre à fermeture hydraulique et ne recevant de l'air que par leur tubulure. Ces cloches étaient placées à côté les unes des autres dans le jardin du laboratoire de Physiologie végétale du Muséum, et étaient par conséquent à la même température.

» Dans deux d'entre elles (1 et 2) circulait de l'air normal à la vitesse d'environ 40l à l'heure. Dans les deux autres (3 et 4) passait, à la même vitesse, de l'air puisé dans une couche et renfermant de 1 à 2 millièmes d'acide carbonique. A plusieurs reprises, j'ai essayé de doser l'ammoniaque que cet air aurait pu contenir; je n'en ai pas trouvé, quoique les expériences aient duré 24 heures et aient porté sur près de 1^{m^3} d'air. Ceci est d'ailleurs conforme aux vues de mon regretté maître, M. Dehérain, qui a montré qu'un fumier bien arrosé ne perd jamais d'ammoniaque. Malgré cela, pour éliminer toute cause d'erreur, tandis que la cloche 3 recevait l'air de la couche sans modification, cet air n'arrivait à la cloche 4 qu'après avoir traversé une grande éprouvette à ponce imbibée d'acide sulfurique étendu.

(¹) *Comptes rendus*, t. CXXXVI, 1903, p. 325.

» Après 15 jours de végétation, on a trouvé pour les quatre plantes de chaque pot les poids suivants :

1 et 2.	Air normal	21g et 24g
3.	Air de la couche	50g
4.	Air de la couche ayant passé sur SO^4H^2.	60g.

» On voit que 1 et 2 n'ont gagné que 20g de matière verte, en moyenne, alors que 3 et 4 ont gagné 53g. C'est bien la démonstration directe de ce que j'avançais plus haut.

» Dans un ordre d'idées plus théorique, je crois pouvoir donner l'explication d'une curieuse expérience de M. Emile Laurent sur le rôle des microbes du sol (¹). M. Laurent avait observé que du terreau stérilisé porte des récoltes bien inférieures à celles que fournit le même terreau normal : la différence persiste, un peu moindre, lorsque le terreau stérile est additionné d'engrais chimiques. Elle ne peut donc être due qu'à l'absence des microbes vivants dont le rôle est assez obscur. Dans le dispositif que M. Laurent avait adopté, les gaz devaient circuler assez lentement; j'ai pensé que l'explication résidait peut-être dans ce fait que la terre non stérilisée dégage de l'acide carbonique qui favorise le développement des végétaux qu'elle porte.

» Pour vérifier cette hypothèse j'ai disposé les cultures suivantes :

» Des graines de laitue stérilisées (²) ont été ensemencées dans quatre pots de sable calciné et dans six pots de bonne terre de jardin. Tous reçurent la même dose d'engrais salins, y compris du nitrate de soude. Quatre des pots de terre, les nos 7, 8, 9 et 10, avaient été stérilisés par un séjour de 4 heures à l'autoclave à 120° ; 5 et 6 contenaient de la terre normale. Chaque pot fut placé dans une grande cloche de verre, dont la grande ouverture, en haut, était aux deux tiers recouverte par une lame de verre.

» Du sable humide avait préalablement été mis au fond des cloches renfermant les pots 1 et 2 (sable), 5, 6, 7 et 8 (terre).

» Au contraire, les nos 3 et 4 (sable), 9 et 10 (terre stérile), reposaient, par l'intermédiaire d'une soucoupe de porcelaine, sur de la terre identique à celle des pots, humide, non stérilisée, et en poids égal à celui que renfermait chaque pot. De la sorte 3 et 4, 9 et 10, à sol stérile, se trouvaient dans une atmosphère renfermant la même quantité d'acide carbonique (0,5 à 1 millième), fourni par le substratum, que l'atmosphère des pots 7 et 8, qui fournissaient eux-mêmes cet acide carbonique.

(¹) *Bull. Acad. roy. Belgique*, 3e série, t. XI, no 2.

(²) La laitue est une plante particulièrement commode pour ce genre d'expériences; elle vit parfaitement dans une atmosphère saturée d'humidité.

» Après un mois, l'on pesa les plantes (trois dans chaque cas) :

1 et 2.	Sable reposant sur sable	0g,8	et	1g,0
3 et 4.	» terre	7,5	et	10,5
5 et 6.	Terre normale reposant sur sable	6,6	et	7,2
7 et 8.	Terre stérilisée »	1,1	et	3,5
9 et 10.	» » terre	8,0	et	12,7

» Les plantes venues dans du sable dans l'atmosphère ordinaire (1 et 2) pesaient 0g,9 en moyenne; elles n'étaient pas beaucoup inférieures aux 7 et 8 venues dans la terre stérilisée dans l'atmosphère ordinaire, pesant 2g,3. D'autre part, 3 et 4, à sable, dans une atmosphère enrichie en acide carbonique par la présence de terre ordinaire, pesaient 9g, chiffre voisin de celui fourni par la terre normale 6g,9 (pots 5 et 6), et de celui afférent à la terre stérile en présence de terre normale, 10g,3 (pots 9 et 10).

» Ainsi il a suffi de donner la même composition à l'atmosphère qui entoure les plantes pour obtenir les mêmes récoltes; une terre stérile a été aussi favorable que la même terre non stérilisée lorsqu'une égale quantité de terre normale placée dans la cloche a dégagé l'acide carbonique que le sol stérile ne pouvait pas fournir.

» Il me semble en outre que, du moins pour la laitue, la matière organique du sol n'est pas un aliment immédiat, puisque sable et terre stériles portent les mêmes récoltes dans l'air normal, et qu'au contraire sable et terre stériles, et terre non stérilisée, portent de bonnes plantes lorsque l'acide carbonique est abondant (1).

» Il est probable qu'en plein air les plantes de faible hauteur profitent du CO^2 dégagé par la terre; divers observateurs ont trouvé qu'au niveau du sol l'air renferme plus de $\frac{3}{10000}$ d'acide carbonique. »

CHIMIE VÉGÉTALE. — *Sur des cultures de diverses plantes supérieures en présence d'un mélange d'algues et de bactéries.* Note de MM. **Bouilhac** et **Giustiniani**, présentée par M. Th. Schlœsing fils.

« Nous avons montré récemment (*Comptes rendus*, t. CXXXVII, p. 1274) que, sur un sol sableux additionné de sels minéraux non azotés et dépourvu de matière organique, certaines algues d'eau douce (*Nostoc*

(1) Dans une autre expérience des plantes dans du sable et dans de la terre stérilisée ont reçu de l'acide carbonique, provenant d'une dissolution faite à l'aide de l'acide carbonique liquide du commerce. Les résultats ont été tout à fait analogues aux précédents.

punctiforme et *Anabœna*) associées à des bactéries, peuvent végéter et fixer rapidement une proportion d'azote assez notable pour permettre à une plante supérieure, telle que le sarrasin, de prendre un développement normal.

» Dans leurs expériences classiques en atmosphère confinée (1891-1892) MM. Schlœsing fils et Laurent avaient déjà démontré que des plantes autres que les légumineuses (topinambour, avoine, tabac) étaient capables de se développer aux dépens de l'azote aérien, grâce au concours de plantes vertes inférieures qui recouvraient les terres, pauvres en azote, sur lesquelles on les cultivait.

» Plus tard (1898) MM. Dehérain et Demoussy ont encore vu du lupin bleu ayant des racines sans nodosités, prospérer sur du sable dépourvu d'azote, mais dont la surface avait été envahie par des algues.

» 1° Dans les nouveaux essais que nous rapportons nous avons opéré non plus sur le sarrasin seulement, mais sur 4 plantes à la fois : moutarde, maïs, cresson alénois, sarrasin. La méthode a consisté, comme précédemment, à cultiver sur sable stérile les mêmes plantes avec et sans ensemencement d'algues, et à comparer les résultats obtenus de part et d'autre. Sur le sol témoin non ensemencé d'algues, il s'est produit spontanément une certaine quantité de ces plantes inférieures, ce qui explique que les plantes supérieures correspondantes aient fixé de l'azote, mais elles en ont fixé nettement moins que celles des sols ensemencés d'algues. Les cultures ont duré 5 semaines.

» Voici les résultats obtenus :

Pots.		Matière sèche de la récolte. Parties aériennes.	Racines.	Total.	Azote. Dans la récolte.	Azote. Dans les graines.	Azote fixé par la récolte.
Culture de sarrasin.							
Témoins	1...	0,740 g	0,700 g	2,730 g	43,7 mg	15,0 mg	28,7 mg
	2...	0,700					
	3...	0,590					
Avec algues	4...	1,080	0,400	3,302	56,5	15,0	41,5
	5...	0,922					
	6...	0,900					
Culture de moutarde blanche.							
Témoins	8...	0,667	0,800	2,670	49,15	19,89	29,26
	9...	0,602					
	10...	0,601					
Avec algues	11...	1,135	1,000	4,255	73,23	19,89	53,34
	12...	1,150					
	13...	0,970					

Pots.		Matière sèche de la récolte. Parties aériennes.	Racines.	Total.	Azote. Dans la récolte.	Dans les graines.	Azote fixé par la récolte.
		Culture de maïs.					
Témoins	15...	0g,892	2g,137	4g,743	49mg,32	33mg,9	15mg,42
	16...	0,704					
	17...	1,010					
Avec algues	18...	1,411	2,642	6,558	80,56	33,9	46,66
	19...	1,435					
	20...	1,070					
		Culture de cresson alénois.					
Témoins	22...	0,303	0,240	1,064	22,3	9,20	13,10
	23...	0,252					
	24...	0,270					
Avec algues	25...	0,538	0,371	1,958	41,9	9,20	32,70
	26...	0,542					
	27...	0,507					

» 2° Nous avons étudié la diffusibilité de l'azote fixé à la surface dans les couches inférieures des divers sols, et voici les taux moyens d'azote organique trouvés à la fin de l'expérience :

	Milligrammes d'azote pour 100g de sable sec. Milieu.	Fond.
Pots témoins...................	0,75	0,75
Pots ensemencés avec les algues...	1,50	1,37

» D'après ces chiffres, la matière azotée produite par nos microorganismes semble facilement diffusible, ce qui tend à expliquer la rapidité avec laquelle les plantes l'ont utilisée.

» Du reste, dans aucun de ces pots, nous n'avons trouvé d'azote nitrique en quantité dosable, soit que les plantes l'aient absorbé entièrement, soit qu'elles aient assimilé la matière azotée avant sa transformation en nitrate.

» 3° Nous avons cultivé les mêmes plantes comme plus haut, sans ensemencer les sols avec les algues, mais en ajoutant 1g de nitrate de soude par pot.

» Voici les poids secs des récoltes obtenues :

	Sarrasin.	Moutarde.	Maïs.	Cresson.
Pots à nitrate......................	1g,233	1g,726	2g,081	1g,260
Moyennes des récoltes dans les trois pots avec algues et bactéries......	1g,100	1g,418	2g,186	0g,653

» L'action des microorganismes a été du même ordre que celle d'une bonne dose de nitrate de soude, sauf peut-être dans le cas du cresson.

» *Conclusion.* — Diverses plantes supérieures non légumineuses peuvent profiter de l'azote aérien fixé par certains organismes végétaux inférieurs (algues et bactéries).

» La matière azotée produite par les microorganismes que nous avons utilisés est assez diffusible pour permettre le développement rapide des végétaux cultivés en leur présence.

» Nous nous proposons de voir si l'on peut tirer de ces faits une application pratique en pleine terre. »

ZOOLOGIE. — *Organisation et morphogénie des Tridacnidés.* Note de M. **Anthony**, présentée par M. Edmond Perrier.

« Jusqu'au début de l'année passée, dans tous les Traités de Zoologie, on admettait que les *Tridacna* et les *Hippopus* étaient *retournés dans leur coquille*. C'est de Lacaze-Duthiers qui, le premier, a vu qu'en réalité ce retournement n'existe pas, l'erreur d'interprétation des auteurs venant de ce que, pour l'orientation de ces animaux, ils n'avaient tenu compte que de la coquille, lui attribuant une importance morphologique qu'elle n'a ni ne mérite.

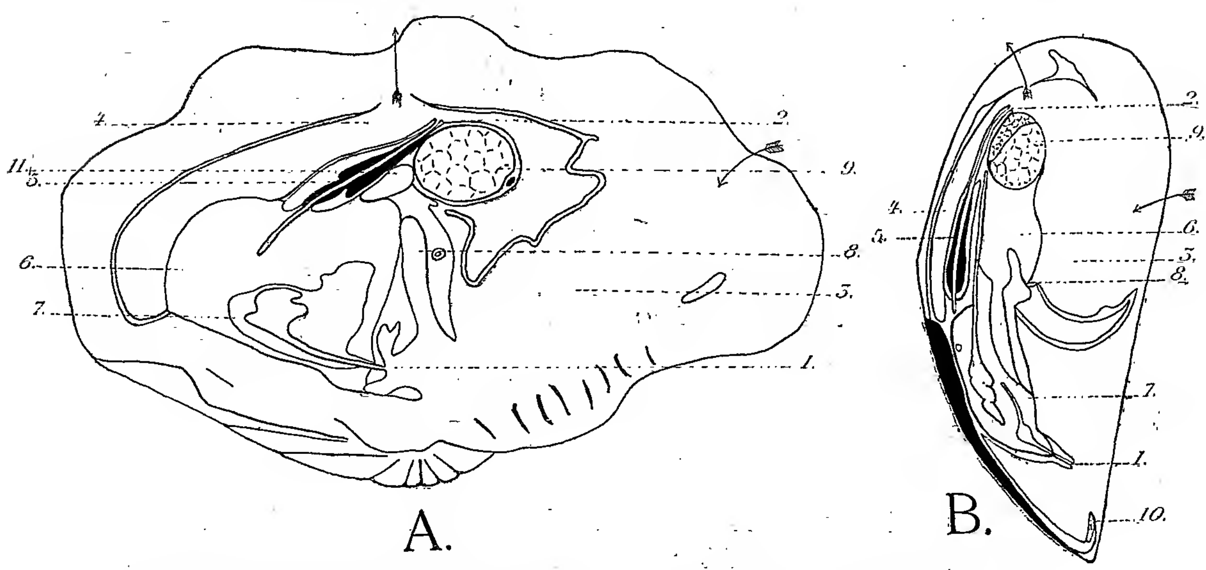
» Il reste encore beaucoup à dire relativement à la forme et à l'orientation des Tridacnidés. Il reste aussi à rechercher les facteurs mécaniques qui ont déterminé leur morphologie, à montrer comment ces animaux se rattachent aux autres types d'Acéphales, à définir, en un mot, la forme *Tridacna*.

» Comme j'ai pu m'en rendre compte dans mes recherches faites sur l'anatomie des Tridacnidés, au laboratoire d'Anatomie comparée du Muséum, les Tridacnes n'ont subi aucune torsion.

» Procédons, en effet, à l'orientation et à la mise en place de cet animal : la position de la bouche déterminera l'extrémité antérieure, celle de l'anus l'extrémité postérieure. Le bord qui rejoint la bouche à l'anus en passant par le cœur sera le bord dorsal, celui qui rejoint la bouche à l'anus en passant par la cavité palléale sera le bord ventral. Les côtés droit et gauche se définissent d'eux-mêmes et répondent aux valves. Dans ce mode d'orientation qui me semble rationnel et qui diffère de tous ceux proposés par les auteurs qui se sont occupés des Tridacnidés, la coquille n'entre nullement en ligne de compte. Si, maintenant, l'on considère la figure (A), on voit sans peine

que chez les Tridacnes les organes affectent les uns par rapport aux autres les mêmes rapports que chez tous les autres Acéphales. Ce qui semble différent, ce sont les rapports des organes avec les diverses parties de la coquille.

» Induits en erreur par la forme allongée de la coquille des Tridacnidés, qui arrive par adaptation à ressembler vaguement à celle d'un Homomyaire, les auteurs s'étaient obstinés à vouloir comparer les Tridacnes aux Homomyaires. Or, en réalité, les Tridacnidés n'ont qu'un seul muscle adducteur, le postérieur, et, si l'on recherche, parmi les Acéphales chez lesquels l'adducteur antérieur a disparu totalement ou en partie, un



Représentation schématique d'une coupe passant entre les deux valves : A, *Tridacna elongata*. — B, *Mytilus edulis*. — 1, bouche. — 2, anus. — 3, cavité palléale. — 4, cavité branchiale. — 5, cœur. — 6, glande génitale. — 7, foie. — 8, cavité du byssus. — 9, muscle adducteur postérieur. — 10, muscle adducteur antérieur. — 11, organe de Bojanus.

type auquel, par le sens de ses adaptations la Tridacne puisse être comparée, on voit sans peine que l'on doit s'adresser à un animal tel que les *Mytilus* ou les *Dreyssensia* par exemple. Comme eux, les Tridacnidés possèdent la bouche en face des crochets et le cœur reporté en arrière du ligament. L'examen comparatif des figures (A) et (B) dispense de plus amples explications.

» Naturellement il n'est point à dire que la Tridacne soit un proche parent de la Moule; ces deux formes appartiennent à des phylums bien différents : si la Moule doit être rapprochée du groupe des Arches, la Tridacne, par les caractères de ses branchies et des dents de sa charnière, se rattache aux Cardiums, et elle est, comme les *Mytilus* et les *Dreyssensia*, un type à convergence mytiloïde, mais plus évolué encore que ces derniers, puisque son muscle adducteur antérieur a complètement disparu. Les Tridacnes se rattachent aux Cardiums de forme équilatérale par les Byssocardiums et les Lithocardiums, formes fossiles nettement mytiloïdes et hétéromyaires. L'*Hippopus* est une forme récente plus évoluée provenant des Tridacnes. Ces deux genres se diffé-

rencient des autres formes à convergence mytiloïde par le raccourcissement de leur axe antéro-postérieur et l'allongement de leurs axes dorso-ventral et transversal.

» A l'action de quels facteurs morphogéniques doit être attribuée la forme spéciale des Tridacnidés? Comme les autres mytiloïdes, les Tridacnes sont fixés à l'aide d'un byssus; mais il est à remarquer que si les Mytilidés vivent et se développent agglomérés en bouquets, réunis par leurs extrémités antérieures (ce qui, dans une certaine mesure, peut contribuer à l'explication de la forme aiguë de cette extrémité), les Tridacnes, d'après les auteurs qui les ont vues en place, vivent et se développent à une certaine distance les unes des autres. Il ne semble pas absurde d'attribuer à ce mode de vie et à l'action de la pesanteur s'exerçant sur une masse aussi considérable l'aplatissement, l'étalement de ces animaux. Des données embryogéniques précises viendront sans doute un jour corroborer cette manière de voir. Déjà d'ailleurs on peut constater que l'angle au crochet croît avec l'âge pour atteindre 180° chez les très grands individus de *Tridacna gigas* ou *elongata*.

» Chez les *Hippopus*, l'étalement est plus accentué (augmentation du diamètre transversal) et le byssus devenu inutile chez un animal à base si étendue a disparu chez l'adulte. »

BIOLOGIE GÉNÉRALE. — *De la sélection des caractères polytaxiques dans le cas des croisements mendéliens.* Note de M. G. Coutagne, présentée par M. Alfred Giard.

« Considérons deux taxies D et R, et les produits des croisements entre eux des sujets issus des croisements D × R ou R × D.

» A la première génération croisée tous les sujets présentent le caractère dominant D.

» A la deuxième génération il y aura 3 sujets D pour 1 sujet R. D'après la théorie généralement admise, les sujets R sont *récessifs purs*, et parmi les sujets D il y aura pareil nombre de *dominants purs*, en sorte que le tableau des sujets croisés de la deuxième génération sera

1 DD, 1 DR, 1 RD, 1 RR.

» A la troisième génération, si l'on a éliminé tous les sujets récessifs de la deuxième génération, on aura

4 DD, 2 DR, 2 RD, 1 RR.

» A la quatrième génération, toujours après élimination préalable de tous les récessifs de la deuxième génération, on aura

$$9DD, \quad 3DR, \quad 3RD, \quad 1RR.$$

» Et ainsi de suite. Une analyse très simple montre qu'à la $n^{\text{ième}}$ génération on aura

$$\frac{(n-1)^2}{n^2}DD, \quad \frac{n-1}{n^2}DR, \quad \frac{n-1}{n^2}RD, \quad \frac{1}{n^2}RR.$$

» Les proportions relatives des sujets à caractère récessif successivement éliminés seront donc

$$\frac{1}{4}, \quad \frac{1}{9}, \quad \frac{1}{16}, \quad \frac{1}{25}, \quad \frac{1}{36}, \quad \ldots,$$

c'est-à-dire, en pourcentage :

25,00 11,11 6,25 4,00 2,77 2,04 1,56 ....

» Or, j'ai précisément réalisé, de 1891 à 1898, deux séries de sélections qui constituent des épreuves expérimentales de la théorie précédente. Les travaux de Mendel étaient alors ignorés de tous les naturalistes, et ces expériences avaient été instituées dans le but de rechercher les lois de l'hérédité des caractères polytaxiques chez les vers à soie.

» 1° Dans la première série le caractère dominant était « ver noir » et le caractère récessif « ver blanc ». Tous les sujets étaient à cocons blancs, de la race Bagdad. Les pourcentages successifs, de 1892 à 1898, des « Bagdad vers blancs » éliminés furent les suivants :

27,6 13,2 9,2 4,0 4,5 0,1 0,0.

» 2° Dans la seconde série les caractères dominant et récessif furent encore les mêmes; mais il s'agissait cette fois d'une tout autre race, dérivée des « Jaune Var », à cocons jaunes très allongés et en forme de gousses d'arachides. Les pourcentages successifs, de 1893 à 1898, des « Arachides vers blancs » éliminés furent les suivants :

23,0 19,8 11,2 8,0 6,6 2,4.

» La première série, celle des « Bagdad », se rapproche assez de la série théorique. Mais il n'est pas de même pour la seconde, celle des « Arachides », chez lesquels le caractère récessif « ver blanc » semble presque exactement *deux fois plus difficile à éliminer*.

» Au début de la sélection des « Bagdad vers noirs » et des « Bagdad vers blancs » dont je viens de parler, en 1892, j'ai constaté un autre fait peu compatible avec la théorie : un lot de 289 sujets, issus de « Bagdad vers blancs » soigneusement sélectionnés en 1891, présenta 26 « vers noirs »,

soit 9 pour 100 sujets à caractère dominant, alors qu'il n'y aurait dû y en avoir aucun.

» La théorie des phénomènes mendeliens qui est rappelée au début de la présente Note paraît donc fournir une explication un peu trop simple, et il ressort tout au moins des expériences que je viens de résumer que l'hétérodynamie relative des mnémons dominants et récessifs doit comporter vraisemblablement plusieurs degrés, et même que cette hétérodynamie peut être inversée dans certaines conditions qui restent à étudier. »

EMBRYOLOGIE. — *Rapports du développement de l'appareil trachéen et des métamorphoses chez les Insectes.* Note de M. **Jules Anglas**, présentée par M. Alfred Giard.

« Les phénomènes des métamorphoses internes sont, chez les Insectes, en rapport étroit avec le développement de l'appareil respiratoire.

» Les métamorphoses proprement dites, caractérisées par des phénomènes d'histolyse suivie d'histogenèse, ne portent d'ailleurs, même chez les Holométaboliens, que sur la portion moyenne de l'intestin, sur les muscles, et parfois sur l'appareil trachéen lui-même.

» Chez les Hyménoptères que j'ai étudiés (Guêpe, Abeille), ces phénomènes correspondent toujours à des poussées trachéennes centripètes. Peu après l'éclosion de la larve, il se produit une première croissance des tubes trachéens vers l'intestin moyen. A ce moment apparaissent, à la base des cellules épithéliales de cet organe, les futurs éléments de remplacement. Une étude attentive des coupes montre que les cellules de remplacement sont en communication avec les prolongements ultimes et très grêles des tubes trachéens. On peut donc les considérer comme des cellules trachéales analogues à celles que l'on voit sur le trajet ou à l'extrémité des tubes trachéens.

» Les éléments de remplacement restent au repos pendant toute la vie larvaire; mais, dès le début de la nymphose, se manifeste un regain d'activité; ils prolifèrent activement, se rejoignent et constituent l'épithélium digestif définitif, tandis que le tissu larvaire rentre en histolyse et se trouve rejeté. Une nouvelle poussée trachéenne se produit à ce moment : le calibre et la disposition de l'appareil respiratoire sont modifiés. En même temps, de fines trachéoles s'avancent, en grand nombre, vers la couche musculaire péri-intestinale et y pénètrent : il en est de même pour les autres muscles du thorax et de l'abdomen.

» Les cellules trachéales terminales, ou même des cellules de la paroi des troncs trachéens, s'insinuent dans le sarcoplasme des fibres musculaires, s'y multiplient activement et forment de longues files linéaires; de la sorte, la fibre larvaire est découpée en colonnettes, morcelée, et profondément remaniée dans sa forme. Dans l'histolyse musculaire, partielle ou totale, les cellules trachéales jouent un rôle important, par un processus mécanique et probablement chimique, mais sans phénomènes de phagocytose.

» Beaucoup de cellules trachéales deviennent libres dans la cavité générale, puis disparaissent sur place; d'autres fournissent les trachéoles des muscles imaginaux, ceux-ci dérivant des éléments larvaires correspondants (fibres et noyaux musculaires larvaires).

» Un observateur américain, Robert S. Breed ([1]), a décrit des processus analogues dans les muscles d'un Coléoptère (*Thymalus*). On peut se demander avec lui s'il ne conviendrait pas, en tenant compte des éléments trachéens trop négligés jusqu'ici, de reprendre l'étude des Diptères, où il est classique de décrire une phagocytose intense pendant la métamorphose.

» Chez les Hyménoptères, la métamorphose qui vient d'être résumée se complète par l'histolyse et la disparition totale (sans phagocytose) des tubes de Malpighi primitifs et des glandes salivaires. Enfin, une poussée d'activité ectodermique réalise l'achèvement, momentanément retardé chez la larve, des organes suivants : téguments, appendices, œsophage, rectum (formation des nouveaux tubes de Malpighi), système nerveux et organes des sens.

» La poussée trachéenne est elle-même une manifestation de cette activité ectodermique. Il est à remarquer qu'elle correspond à une période pendant laquelle Bataillon a signalé des troubles respiratoires asphyxiques chez *Bombyx mori*. »

ZOOLOGIE. — *Application des rayons X à la recherche des perles fines.* Note de M. **Raphaël Dubois**.

« Dans la presse étrangère et particulièrement en Allemagne, on parle beaucoup, en ce moment, des grands avantages que l'on retire de l'application des rayons X à la recherche des perles fines dans les pêcheries de

([1]) R. S. Breed, *The changes which occur in the muscles of a beetle* (*Bulletin of the Museum of comparative Zoölogy at Harvard College,* vol. XL, n° 7, octobre 1903).

Ceylan. Autrefois, il fallait sacrifier un grand nombre d'huîtres pour trouver une perle, d'où dépopulation rapide des bancs. Comme, d'autre part, la nacre de *Margaritafera vulgaris* est de qualité inférieure et peu rémunératrice, il en résultait un danger économique d'autant plus grand que d'autres causes concourent à l'appauvrissement des célèbres pêcheries de perles.

» Les rayons X permettent de savoir, sans blesser la pintadine, si celle-ci contient une perle et, quand cette dernière est trop petite, on peut conserver l'animal vivant pour la laisser grossir. Celles qui n'en contiennent pas sont rejetées à la mer.

» C'est l'application du procédé que j'ai publié il y a plus de trois ans. Dans la séance de la Société linnéenne de Lyon, du 24 juin 1901, j'ai présenté des photographies obtenues au moyen des rayons X montrant une perle contenue dans l'intérieur d'une coquille et, dans la Note qui a été insérée dans le compte rendu de cette séance, je m'exprimais ainsi :

» Dans les différents pays d'Europe ou d'Amérique, où l'on pèche les *Unios* pour la récolte des perles fines, on évite leur destruction inutile et la dépopulation des cours d'eau qui les produisent en entrebâillant délicatement les valves de la coquille au moyen d'instruments plus ou moins ingénieux; mais ces manipulations exigent toujours un temps assez long, elles sont délicates et ne permettent pas toujours de découvrir les perles situées dans la profondeur des tissus.

» Pour remédier à ces inconvénients, j'ai eu recours à l'emploi des rayons X. Bien que la coquille calcaire intercepte, en partie, ces radiations, on peut reconnaître assez facilement la présence des perles, même relativement petites, et en fixer la position au moyen de la photographie, ainsi que le montrent les épreuves obtenues dans notre laboratoire.

» Mon procédé, aujourd'hui appliqué à Ceylan, est surtout précieux pour l'examen des pintadines, dont les bords sont très fragiles : il en résulte, en outre, une très grande économie de temps. »

BOTANIQUE. — *Expériences de pollinisation sur le Sarrasin.* Note de M. **Pierre-Paul Richer**, présentée par M. Gaston Bonnier.

« Les recherches bien connues de Darwin et d'Hildebrand ont montré que, dans les espèces hétérostylées, les diverses sortes de fleurs ne diffèrent pas seulement par leurs caractères morphologiques. Elles sont, en outre, adaptées pour une fécondation réciproque et chaque forme n'est complètement féconde que si elle est pollinisée avec le pollen d'une autre.

» Il nous a semblé intéressant de reprendre quelques-unes de ces expé-

riences et de chercher à les compléter. Nous ne parlerons dans cette Note que des expériences relatives au Sarrasin.

» On sait que le Sarrasin (*Polygonum Fagopyrum*) est une plante hétérostylée dimorphe : les fleurs de la forme dolichostylée ont trois styles très longs, qui dominent huit étamines à filet court, et les fleurs de la forme brachystylée ont, au contraire, huit grandes étamines, dont les anthères s'élèvent au-dessus des trois petits styles et des stigmates, qui les terminent.

» Les expériences qui ont été faites jusqu'à ce jour sur cette plante n'établissent pas d'une façon certaine la fécondité relative des différents modes de pollinisation.

» Darwin (1) s'était contenté de « frotter les fleurs à plusieurs reprises contre des inflorescences de fleurs protégées par une gaze ». Et il reconnaît lui-même que « ses résultats ne sauraient inspirer une pleine confiance ».

» Il y avait donc lieu de les contrôler. Nous avons institué dans ce but toute une série d'expériences pratiquées avec toute la rigueur possible au laboratoire de Biologie végétale de Fontainebleau.

» Les Sarrasins étaient enfermés, avant le moment de la floraison, dans de grands sacs de gaze fine, qui les mettaient à l'abri des insectes et du vent. A mesure que les fleurs s'épanouissaient, les unes étaient laissées intactes sans être pollinisées pour servir de témoins, les autres étaient pollinisées avec soin de quatre manières différentes de façon à assurer : pour un premier lot, la pollinisation directe; pour un deuxième lot, la pollinisation indirecte (entre fleurs de même forme du même pied); pour un troisième lot la pollinisation croisée entre fleurs de même forme de pieds différents; et pour un quatrième lot la pollinisation croisée entre fleurs de forme différente de pieds différents. Chaque lot comprenait une trentaine de fleurs.

» Il a été fait ainsi deux séries analogues de pollinisations, l'une en juillet, l'autre en septembre.

» Les résultats de ces expériences se résument de la façon suivante :

» 1° Les fleurs de Sarrasin sont toujours complètement stériles après pollinisation directe ou après pollinisation indirecte (entre fleurs de même forme de la même plante).

» 2° Elles sont très peu fertiles après pollinisation croisée *illégitime* entre fleurs de même forme de plantes distinctes. En juillet les fleurs brachystylées donnent seules quelques akènes (7 pour 32 fleurs pollinisées); en septembre les deux formes restent complètement stériles.

---

(1) Ch. Darwin, *The different forms of flowers on plants of the same species*, London, 1877, 2e édit., 1880, p. 111.

» 3° Elles sont au contraire très fertiles, et aussi bien en septembre qu'en juillet après pollinisation croisée *légitime* entre fleurs de forme différente de plantes distinctes; si bien que le nombre des fruits produits représente pour la forme dolichostylée les 93 pour 100, et pour la forme brachystylée les 76 pour 100 des fleurs pollinisées.

» Darwin n'avait fait qu'entrevoir la supériorité de cette pollinisation *légitime*, et il lui semblait même que les deux formes de fleurs étaient capables de donner, en automne surtout, « un nombre considérable de semences autofécondées », ce qui lui faisait dire que le Sarrasin était « moins hétérostylé fonctionnellement que toute autre » espèce d'un genre quelconque » (1).

» Nos pollinisations nous conduisent à une conclusion inverse; et en infirmant au moins partiellement les constatations antérieures de Darwin sur cette plante, elles confirment pleinement la théorie générale du grand physiologiste sur les plantes hétérostylées.

» Il semble donc aujourd'hui démontré que les deux formes de fleurs de Sarrasin ne doivent leur fertilité qu'à leur croisement réciproque, et que, par conséquent, la presque totalité des graines de Sarrasin produites dans la nature sont des graines *légitimes* qui ont exigé le concours de deux sortes de fleurs. »

BOTANIQUE. — *Sur la croissance en poids des végétaux.* Note de Mlle M. Stefanowska, présentée par M. Gaston Bonnier.

« Ce sujet a été jusqu'ici fort peu étudié (Tschaplowitz, F. Darwin), la fixation de la plante dans le sol étant l'obstacle principal à l'évaluation du poids. Mais on sait, depuis les travaux de Sachs, que la plante terrestre peut être parfaitement cultivée dans un milieu aquatique, si on lui fournit les sels nécessaires pour la nutrition.

» J'ai recouru à ce procédé l'année dernière pour l'étude de l'accroissement du poids chez les jeunes plantes. Les sujets choisis étaient : le maïs, le pois et l'avoine.

» Les plantes étaient installées en une serre de l'Institut botanique de Bruxelles, dans des conditions satisfaisantes au point de vue de l'air et de la lumière. Chaque plante était cultivée isolément dans un bocal spacieux suivant le procédé connu.

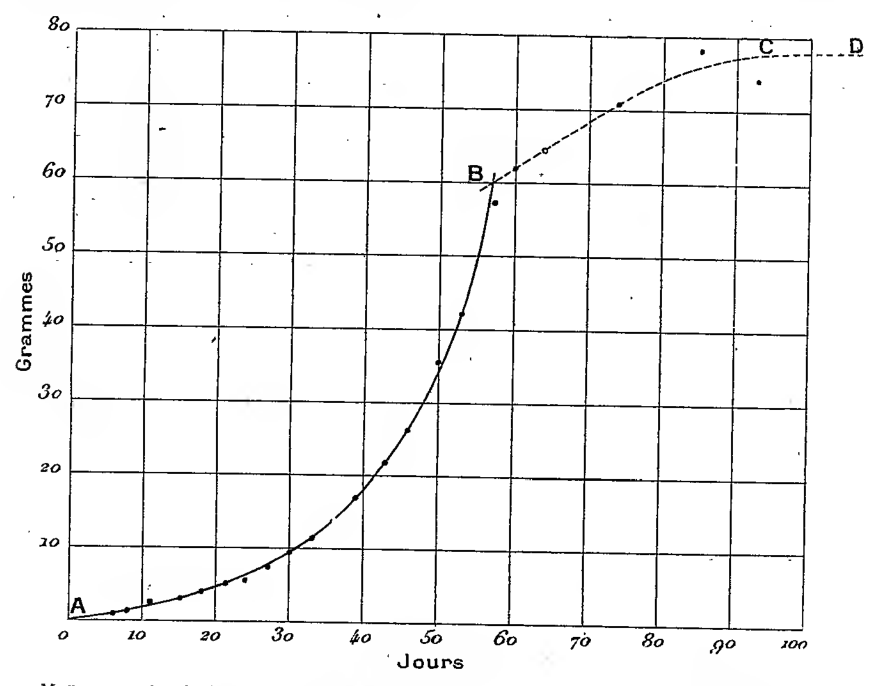
---

(1) Darwin, *loc. cit.*, p. 256.

» Voici la solution nutritive employée :

Eau	2200cm³
Nitrate de potassium	2g
Sulfate de chaux	1g
Phosphate de calcium	1g
Sulfate de magnésie	1g
Sulfate de fer	5 gouttes

» Seul, le maïs a bien prospéré; les plantes étaient saines et robustes. Les pesées prises pendant 3 mois (du 18 juillet au 13 octobre 1903) pour chaque maïs m'ont permis de construire un certain nombre de courbes : celle qui est reproduite ci-contre se rapporte à l'individu le plus vigoureux.



Maïs : courbe de la croissance en poids; pesées individuelles; culture dans l'eau.

» On voit que la vitesse d'accroissement de la plante, peu considérable au début, va sans cesse en croissant à mesure qu'elle avance en âge jusqu'à une certaine limite, à partir de laquelle cette vitesse décroît. Sous ce rapport, la plante présente une analogie complète avec la croissance de l'homme et des animaux (1).

(1) *Voir* ma Note *Sur la croissance en poids de la souris blanche* (*Comptes rendus*, 4 mai 1903), où le graphique de la croissance représente deux hyperboles qui se coupent.

» Si, pour le maïs, on fait passer une courbe de sentiment ABC à travers les points d'observation, on trouve une courbe AB à concavité tournée vers les y croissants et une courbe BC à concavité tournée vers les y décroissants, lesquelles se coupent respectivement en un point B. Pour l'équation de la courbe AB, nous avons la relation suivante que nous devons à la collaboration de M. L. Bastien (abscisses x en jours; ordonnées y en grammes) :

$$2x^2 + 15xy + 150x - 1122y = 0;$$

d'où

$$y = \frac{2x^2 + 150x}{1122 - 15x};$$

ce qui donne :

x.	y.	x.	y.	x.	y.	x,	y.
10	1,75	30	9,38	45	24,05	55	48,15
20	4,62	40	17,62	50	33,6	60	72,97

» La courbe AB est une hyberbole; la coïncidence de la formule avec les points de la courbe est à peu près parfaite.

» Reste la deuxième courbe BCD, qui est vraisemblablement aussi une hyperbole, mais il n'y a pas assez de points pour la calculer; on voit toutefois se dessiner nettement son commencement. Il y a lieu, pensons-nous, de continuer cette étude.

» Parallèlement à la culture du maïs dans l'eau, j'ai étudié l'accroissement du poids chez quelques plantes cultivées en terre et en plein air (radis, salade laitue, cerfeuil, pourpier, avoine). Pour les pesées, on choisissait chaque fois vingt individus nouveaux de la même espèce et du même âge, mais de tailles différentes. La somme de leurs poids était divisée ensuite par le nombre des individus. Les chiffres recueillis de cette façon tous les 2 ou 3 jours permettent de construire des courbes qui ressemblent beaucoup à la courbe du maïs cultivé dans l'eau. On peut donc conclure que, malgré les causes d'erreurs multiples inhérentes à ces procédés d'études, l'accroissement de la masse végétale en fonction du temps suit une loi mathématique rigoureuse et vraisemblablement identique à celle des animaux. »

PATHOLOGIE VÉGÉTALE. — *Sur la culture du Black rot.* Note de MM. **P. Viala** et **P. Pacottet**, présentée par M. L. Guignard.

« Les tentatives de culture du Black rot (*Guignardia Bidwellii*) n'ont jamais donné que des résultats partiels. Nous avons isolé le parasite, en

juin 1903, par une méthode (¹) que nous avions appliquée avec succès, en juillet 1901, pour le Rot blanc, et, depuis, pour l'Anthracnose, le Pourridié, etc. L'isolement du champignon du Black rot, obtenu aussi par le semis des spores, se fait surtout en détachant, fin juin, dans l'intérieur d'un grain de raisin attaqué par le parasite non encore en fructification, un fragment de pulpe envahi par le mycélium (bouturage). Ce fragment, déposé dans un premier milieu de culture, donne rapidement un abondant mycélium pur qui produit, quinze jours après, de nombreuses pycnides. Après 2 ou 3 passages sur ce milieu (moût de raisins verts), la culture est facile sur divers milieux solides ou liquides, complétés par une addition de 5 pour 1000 d'acides organiques et de 20 pour 1000 de sucre; l'infusion de haricots, comme base des cultures, donne les plus belles végétations de Black rot. Nous avons récolté de grosses masses de Black rot, des plaques mycéliennes de 25^{cm} de diamètre, de $\frac{3}{4}$ de centimètre d'épaisseur, criblées de nombreuses pycnides tangentes, ne représentant pas moins de 10 milliards de spores.

» Une première série d'expériences a permis de préciser les conditions de *réceptivité* et d'*invasion* de la vigne par le Black rot. Ces conditions sont dépendantes de la teneur *en acides et en sucre* du milieu nutritif. Nos essais ont porté surtout sur les acides malique, tartrique, citrique et sur les acides lactique et oxalique, ajoutés au milieu de culture. C'est dans l'ordre d'énumération de ces acides que se produisent les plus beaux développements du mycélium et des pycnides du *G. Bidwellii;* la présence et l'abondance des pycnides est toujours un indice de la végétation vigoureuse du parasite. Avec l'acide malique et l'acide tartrique, les pycnides sont très nombreuses jusqu'à la dose de $4^g,8$ par litre : le mycélium pousse jusqu'à 120^g; il s'arrête, ou la germination des spores du semis cesse, au delà de 150^g. A 5^g d'acide citrique, les fructifications apparaissent encore, le développement ne se produit plus à 120^g; il cesse pour l'acide lactique à $23^g,8$ et à $3^g,9$ pour l'acide oxalique. L'acide acétique arrête toute germination et toute poussée mycélienne à moins de 1^g par litre.

» Dans les milieux additionnés seulement de sucre, la poussée du mycélium est moins active et les pycnides apparaissent plus lentement; celles-ci se forment cependant jusqu'à une dose de 125^g par litre, mais on ne note les premiers conceptacles que vers le quinzième jour, au lieu des deuxième et troisième jours sur les acides malique et tartrique. Le mycélium se développe encore assez jusqu'à la dose de 175^g, mais sa végétation est lente et diminue ensuite pour s'arrêter à 325^g. Quand on ajoute sucre et acide dans le liquide base de culture, si la dose de sucre reste fixe, 125^g par exemple, l'acide tartrique étant mis à doses croissantes, les pycnides se forment nombreuses jusqu'à 1^g d'acide par litre; le mycélium est en beau développement jusqu'à 5^g d'acide, puis la végétation s'affaiblit jusqu'à $28^g,5$ d'acide et il n'y a plus ensuite aucune ger-

(¹) P. Viala, *Une mission viticole en Amérique* (*Black rot*, 1889, p. 245-246).

mination des stylospores du semis. Avec la dose fixe de 8g,5 d'acide tartrique par litre et des doses de plus en plus élevées de sucre, l'arrêt de toute poussée mycélienne a lieu dès que la quantité de sucre atteint 175g par litre.

» Cette action prédominante de l'acidité, et l'action déprimante ou nuisible d'assez fortes doses de sucre sur le développement et la nutrition du *G. Bidwellii* permettent de préciser l'état de réceptivité des organes de la Vigne (feuilles et fruits) pour le Black rot, et d'interpréter les périodes favorables d'invasion. La végétation du Black rot, en milieu nutritif approprié, n'exige pas, comme on l'a cru, des températures très élevées; à 12° la poussée du mycélium est encore active.

» Les feuilles jeunes nous ont donné à l'analyse 1,75 pour 100 d'acide tartrique, les feuilles de la base des ceps n'ont que des traces d'acide; les jeunes feuilles du sommet des rameaux avaient en juin 4,3 de glucose, les vieilles feuilles en renferment seulement des traces. Or, on sait que les jeunes feuilles sont seules envahies par le Black rot, les feuilles adultes ne sont pas attaquées : la réceptivité des jeunes feuilles nous paraît tenir à leur état nutritif pour le parasite et surtout à la présence des acides. Il en est de même pour les fruits sur lesquels le Black rot est très intense depuis la nouaison jusqu'à la véraison : pendant la période de la maturation, depuis la véraison jusqu'à la vendange, le Black rot n'envahit plus les raisins. Or, les grains qui ont, en moyenne, avant la véraison, 32 à 24 pour 100 d'acidité et 11 à 56 pour 100 de sucre, dosent, en pleine véraison et à maturité, 9 à 2 d'acidité et 152 à 250 de glucose. L'augmentation du sucre avec une acidité élevée (152 et 9 pour le raisin véré, 175 et 8,5 pour nos expériences) rend le milieu défavorable au *G. Bidwellii*. Le fait inverse se produit pour le Rot blanc (*Charrinia diplodiella*) qui attaque le plus souvent le fruit après véraison.

» La différence intrinsèque de sensibilité ou de résistance au Black rot des divers cépages, ou la variation de ces propriétés pour une même variété suivant les années, rentre dans le même ordre de faits. Les invasions du Black rot se produisent le plus souvent, en été, après les périodes de refroidissement auxquelles succèdent des pluies légères; or, c'est pendant ces périodes, dans les feuilles surtout, que l'acidité prédomine et que le sucre se forme en moindre quantité. »

MINÉRALOGIE. — *Sur le rôle du phosphore dans les gîtes minéraux.* Note de M. L. **De Launay**, présentée par M. Michel Lévy.

« Dans les phénomènes de la métallurgie naturelle, qui ont produit nos roches ignées et nos minerais, certains métalloïdes paraissent, en se com-

binant avec les métaux, leur avoir prêté de la mobilité et avoir facilité leur ascension vers la superficie. Ces éléments, qu'on qualifie de minéralisateurs, sont surtout le chlore et le fluor, le soufre et ses homologues (sélénium et tellure), puis l'arsenic et l'antimoine. L'attention a été moins appelée sur le rôle d'autres métalloïdes, que leur affinité pour l'oxygène a fait passer immédiatement dans des combinaisons oxydées, dès qu'ils en ont trouvé la possibilité dans le rapprochement de l'atmosphère et dont la relation avec les métaux apparaît donc moins en évidence. Tels sont, par exemple, le phosphore, le carbone, le bore, etc.

» Le phosphore des roches et des gîtes minéraux a, très généralement, été fixé à l'état de phosphate dans des combinaisons calcaires, par suite de la présence constante de la chaux en proportions sensibles dans l'écorce silicatée. Exceptionnellement, il s'est combiné avec l'alumine. Sa forme profonde, telle qu'elle a pu exister au-dessous de la zone oxydée, n'apparaît donc pas dans nos gisements, comme le font les sulfures. Mais divers faits permettent de la soupçonner.

» Tout d'abord, on remarque, dans les météorites, la présence d'un phosphure de fer (rhabdite), ou d'un phosphure de fer, nickel et magnésium (schreibersite), qui, par le rapprochement connu des météorites avec les ségrégations basiques de la profondeur, montre la possibilité d'une combinaison directe entre le phosphore et ces trois métaux. Le calcium, qui n'existe pas dans les météorites, mais qui doit abonder en profondeur, peut également se combiner directement avec le phosphore, avant de former le phosphate de la croûte oxydée. Enfin, les combinaisons du phosphore avec des métaux plus ordinairement associés au soufre, tels que le plomb et le zinc, peuvent exister aussi dans les filons, puisque, dans les altérations superficielles de ceux-ci, il apparaît à la surface de la pyromorphite et de la libéthenite et puisque les apatites sont parfois plombifères. Mais c'est surtout dans le groupe des pegmatites et des filons stannifères connexes que le phosphore intervient fréquemment.

» Il n'est pas rare, dans les filons d'étain, de trouver de l'apatite (parfois en grosses masses) et souvent l'on y rencontre aussi (Montebras, Cacérès, etc.) d'autres phosphates : l'amblygonite (soude, lithine), la wawellite, le montebrasite et la turquoise (alumine), la wagnérite (soude, chaux, magnésie). Très normales aussi sont les combinaisons du phosphore avec des métaux rares à poids atomique élevé, se rapprochant, par leurs conditions de gisements, du tungstène et de l'étain; avec l'uranium, si souvent associé à des granites à mica blanc (uranite, chalcolite); avec l'yttrium et le cérium (xénotime); avec le cérium, le lanthane et le didyme (monazite). Depuis que la monazite est recherchée pour l'incandescence, on l'exploite par tonnes au Brésil. Diverses apatites contiennent des traces des mêmes métaux.

» Il est enfin très fréquent de trouver de l'apatite, même en masses volumineuses, dans les pegmatites, qui ont visiblement cristallisé par l'intervention de minéralisateurs abondants (Gellivara, Oddegaarden, Snarum).

» Dans la plupart de ces cas, le chlore et le fluor paraissent avoir accompagné le phosphore (peut-être avec combinaison). L'un ou l'autre est constant dans les apatites, à la cristallisation desquelles leur présence est nécessaire et, au voisinage de ces apatites, on constate fréquemment, comme l'a montré M. Michel Lévy, la transformation du plagioclase en wernérite par l'addition de chlorure de sodium et d'un peu de chlorure de calcium.

» Il semble donc, en résumé, que le phosphore ait pu jouer parfois, dans la métallurgie du globe, en même temps que le chlore et le fluor, soit à l'état de phosphore, soit à l'état d'acide phosphorique, un rôle de minéralisateur, qu'on ne lui attribuait pas jusqu'ici. Ce rôle est surtout caractérisé dans les roches à minéralisateurs abondants, comme les granites à mica blanc, et dans les filons à métaux acidifiables, c'est-à-dire à oxydation profonde, tels que l'étain, l'uranium, etc. qui les accompagnent. L'importance attachée à tout ce groupe minéralogique de l'uranium, du zirconium, du cérium, etc., en raison de découvertes récentes, peut donner quelque intérêt à cette remarque, qui conduit à en rapprocher le phosphore.

» Ce rôle minéralisateur du phosphore dans les pegmatites paraît, d'ailleurs, confirmé par diverses expériences de synthèse, auxquelles on avait donné une autre interprétation et qui ont précisément pour effet de reproduire à la fois les minéraux constituants des pegmatites. Ainsi, Hautefeuille a obtenu simultanément des cristaux d'orthose et de quartz en fondant un mélange de phosphates alcalins, de silice et d'alumine en présence d'une substance fluorée; même sans fluor, la fusion de ces substances dans un phosphate de soude ou de potasse lui a donné de l'orthose et de la tridymite; G. Rose a reproduit la tridymite en fondant de l'adulaire dans un sel de phosphore, etc. On connaît également l'emploi du phosphate de soude et d'ammoniaque au chalumeau pour mettre la silice en liberté.

» Le vanadium joue, avec une rareté plus grande, un rôle tout à fait analogue à celui du phosphore, par exemple dans les altérations et concentrations superficielles, que j'ai antérieurement signalées pour les minerais de fer sédimentaires et sur les affleurements de filons plombifères; dans les expériences de synthèse que je viens de rappeler, l'acide vanadique peut de même remplacer l'acide phosphorique. »

GÉOLOGIE. — *Sur la présence de l'Oligocène à Madagascar.* Note de M. **Paul Lemoine**, présentée par M. de Lapparent.

« Un certain nombre de gisements d'Éocène ont été signalés à Madagascar. J'ai moi-même indiqué, l'an dernier, la présence de Calcaire à Nummulites dans la Montagne des Français, aux environs de Diego-Suarez (¹).

» Depuis, en 1903, j'ai retrouvé de très beaux gisements éocènes plus au sud, dans le cercle d'Analalava, en particulier dans l'îlot de Nosy-Lava. Les Calcaires à Nummulites des environs de Diego-Suarez semblent transgressifs sur les couches crétaciques sous-jacentes. Ils appartiennent à plusieurs niveaux (Lutétien supérieur, Bartonien); mais la partie inférieure de l'Éocène paraît manquer. Ils contiennent de nombreux Foraminifères : *Nummulites* cf. *Lucasanus; Assilina* sp.; *Orthophragmina Douvillei* Schlumb. (²), *O. Stellata* d'Arch.; *Alveolina;* etc.

» Existence de l'Oligocène a Madagascar. — Il n'a jamais été fait mention d'Oligocène à Madagascar. Au cours des deux missions dont j'ai été chargé en 1902 et en 1903 par MM. les Ministres de l'Instruction publique et des Colonies (³), j'ai découvert dans la presqu'île de Bobaomby, au nord de Diego-Suarez, des couches qui sont indubitablement d'âge oligocène; j'y ai trouvé, en effet, des *Lepidocyclina;* d'après les travaux de M. Douvillé, récemment confirmés, en ce qui concerne Java, par ceux de M. K. Martin, ces formes d'Orbitoïdés sont caractéristiques de l'Oligocène supérieur.

» Caractères de l'Oligocène. — L'Oligocène est constitué par des calcaires grossiers, quelquefois un peu marneux, renfermant une faune abondante : *Aturia* cf. *Aturi* Bast; *Cypræa* cf. *denseplicata* Bœttger; *Conus* cf. *literatus* Linné; *C. tsaringinensis* K. Martin; *C. Hanza* Nœtl.; *C.* cf. *Niasensis* Woodw.; *Cassis mammillaris* Fuchs, non Grat.; *C. vicentinica* Fuchs; *Terebra* cf. *Speyeri* Fuchs; *Spondylus* sp.; *Cidaris acanthica* Fritsch; *C. verticillatus* Lmk.; *Lepidocyclina; Lithothamnium;* etc., etc.

» Les analogies de ces formes sont surtout très grandes avec les formes de Birmanie

(¹) Paul Lemoine, *Sur la géologie de la Montagne des Français, à Madagascar* (*Comptes rendus*, t. CXXXVI, n° 9, 2 mars 1903, p. 570).

(²) Détermination de M. Schlumberger.

(³) M. le général Gallieni, M. le général Joffre, M. le colonel Ruault m'ont grandement facilité ma mission. Je leur exprime toute ma reconnaissance pour leur haut appui.

et des îles de la Sonde, décrites par MM. Nœtling, K. Martin, Fritsch, Bœttger, etc.; il y a également quelques types communs avec le Vicentin.

» Il sera possible de distinguer plusieurs zones dans cet Oligocène; la nécessité d'une revision préalable des espèces de *Lepidocyclina*, actuellement en cours, ne m'a pas encore permis de le faire.

» Les fossiles sont presque tous roulés; l'abondance des *Lithothamnium* indique que la profondeur à laquelle se déposaient les sédiments était extrêmement faible et que la température ne devait pas être éloignée de la température actuelle; d'ailleurs, plusieurs des espèces de mollusques déterminées sont encore vivantes.

» Alternance de l'Oligocène avec des tufs basaltiques. — Les calcaires oligocènes alternent avec des tufs basaltiques, quelquefois avec des coulées de basalte (basalte limburgitique). On retrouve d'ailleurs les tufs basaltiques à l'état de petits galets dans les calcaires; d'autre part, en plusieurs points, j'ai recueilli des polypiers dans les tufs; il n'y a donc aucun doute possible sur le synchronisme des calcaires oligocènes et des éruptions basaltiques du Bobaomby; ces éruptions sont nettement oligocènes.

» J'ai des raisons de croire beaucoup plus récentes les éruptions basaltiques de l'énorme massif d'Ambre et les tinguaïtes d'Andrakaka. Ces dernières ne se trouvent pas en filons, comme on le croyait, mais en coulées.

» Dans les îles de la Sonde, Verbeck a, le premier, signalé des éruptions andésitiques vers la fin de l'Éocène ou le commencement du Miocène.

» Caractère transgressif de l'Oligocène. — Les couches oligocènes reposent en transgression sur les sédiments antérieurs, sur l'Éocène, sur le Sénonien, sur le Cénomanien supérieur.

» Généralités des transgressions de l'Éocène supérieur et de l'Oligocène supérieur sur les bords de l'océan Indien. — L'Oligocène à *Lepidocyclina Verbecki* N. et H. a été signalé récemment par M. Wolff dans l'Est-Africain allemand. L'analogie des dépôts entre Madagascar et l'Afrique orientale, très nette aux époques jurassique et crétacique, se continue donc jusqu'à l'époque oligocène; elle confirme l'hypothèse, émise par M. Haug, d'un géosynclinal sur l'emplacement actuel et le prolongement du canal de Mozambique.

» Il est curieux d'ailleurs de constater les analogies du Tertiaire sur les différents points de la côte de l'océan Indien.

» A Madagascar, il y a transgression de l'Éocène moyen, puis de l'Oligocène supérieur (Aquitanien), celui-ci étant accompagné de roches éruptives. — En Birmanie, l'Éocène inférieur est mal représenté par des couches d'estuaire (*Chin Division*), tandis que l'Éocène moyen à Nummulites (*Bassein Division*) est nettement transgressif. Les couches du Promeien sont, à nouveau, des couches d'estuaire; par-dessus reposent en transgression les sédiments des *Yenangyoungian Series* dont la faune a une grande analogie avec celles de Madagascar et des îles de la Sonde. — A Sumatra, à Java, à Bornéo, etc., la même double transgression existe. — A Chritsmas, M. Andrews a montré que les calcaires éocènes à *Orthophragmina dispansa* Sow. sont séparés, par des roches éruptives (basalte, etc.), des couches à *Lepidocyclina*. — Au Japon, les documents stratigraphiques précis font défaut; on sait seulement qu'il existe d'une part des calcaires à Nummulites, de l'autre des roches à *Lepidocyclina Verbecki* N.

et H. et *Lithothamnium*.—En Australie du Sud, d'après Tate, l'Éocène d'abord lacustre, puis marin, repose sur l'Archéen; il forme lui-même falaise par rapport au Tertiaire récent; malheureusement, en particulier à Muddy Creek, les fossiles des différents niveaux ont été mélangés. — Enfin, en Nouvelle-Zélande, Hutton admet qu'une partie des vallées auraient été creusées avant l'époque oligocène.

» Ces différents pays, placés sur le bord de géosynclinaux, ont participé aux mouvements du géosynclinal. Or, comme l'a indiqué M. Haug en s'appuyant surtout sur les résultats recueillis en Europe, il y a dans les régions géosynclinales absence de l'Éocène inférieur, transgression de l'Éocène supérieur, régression du Stampien, transgression à nouveau au début du Néogène (Aquitanien, Burdigalien).

» On voit ainsi se confirmer dans l'hémisphère sud une théorie qui, en ce qui concerne le Tertiaire, s'appuyait principalement sur des faits relevés dans l'hémisphère nord. »

PHYSIQUE DU GLOBE. — *Sur les séismes ressentis en Portugal en 1903.* Note de M. **Paul Choffat**, présentée par M. de Lapparent.

« Les secousses sismiques de faible intensité sont fréquentes en Portugal, mais le 9 août et le 14 septembre 1903, ce pays fut mis en éveil par des secousses d'une force inaccoutumée (VII et VIII de l'échelle Rossi-Forel), telles qu'on ne se souvient en avoir ressenti de semblables que les 13 août 1899, 22 décembre 1883 et 11 novembre 1858.

» Elles furent suivies de secousses beaucoup plus faibles, les 28 septembre et 14 octobre, et à Huelva le 1er décembre.

» Les communications faites à ce sujet aux journaux de la capitale ont dépassé en nombre le décuple de ce qu'avaient provoqué les séismes antérieurs. Ces communications, classées d'après l'échelle Rossi-Forel et complétées par des renseignements pris directement sur les lieux, ont permis de reconnaître trois zones concentriques d'intensités différentes, pour le séisme du 9 août.

» A. Une zone correspondant au VIIe degré (VIIIe sur un ou deux points) s'étend du cap Carvoeiro à celui de Sines. Elle forme un arc d'une longueur moyenne de 30km dont la corde, représentée par le rivage, a 180km.

» B. Une zone de l'intensité VI commence à l'embouchure du Douro; dans son ensemble elle est plus ou moins parallèle à la première. Sa limite simplifiée se dirigerait vers le sud-est jusqu'à Alpedinha, puis sud-sud-est jusqu'à Elvas et enfin vers le sud-ouest jusqu'au pied de la serra de Monchique. La corde est de 400km et la flèche d'environ 180km.

» C. La troisième zone comprend toutes les intensités inférieures à VI; sa limite

extérieure n'est pas rigoureusement fixée, car les données négatives sont plus rares que les positives. Elle semble commencer à l'embouchure du rio Lima, se dirige est-ouest jusqu'au sud de Miranda-do-Douro, puis vers le sud, passant entre Badajoz et Alcuescar, et de là vers le sud-sud-est. Les données manquent pour fixer sa marche en Espagne. mais le séisme ne s'est fait sentir que faiblement à Séville.

» En résumé, ce tremblement a affecté la presque totalité du Portugal, tandis qu'en Espagne il n'est signalé que de la partie méridionale de la province de Badajoz et de celles de Huelva et de Séville.

» Le séisme du 14 septembre a une aire beaucoup plus restreinte. J'ai distingué deux courbes sismiques s'appuyant sur l'océan, comme c'est le cas pour le précédent.

» La courbe de forte intensité (VII à VIII) s'étend de Torres-Vedras à l'embouchure du Tage; sa corde est de 45^{km} et sa flèche de 30 au maximum. La courbe extérieure commence à l'embouchure du Sado, passe par Evora et Caldas-da-Rainha, c'est-à-dire que sa corde ne dépasse guère 100^{km}, sa flèche ayant à peu près la même longueur.

» Quelques traits généraux ressortent de ces observations et de quelques autres se basant sur les séismes des vingt dernières années.

» 1° Les courbes isosismiques du 9 août et du 14 septembre 1903 montrent incontestablement que *le centre principal de ces séismes se trouve dans les profondeurs de l'océan*. Dans le premier cas il semble être sur le parallèle de l'Arrabida, et dans le second sur le parallèle de Lisbonne.

» 2° Les zones d'égale intensité embrassent les terrains les plus divers : granite, schistes azoïques, roches paléozoïques, calcaires et grès mésozoïques, conglomérats peu consistants du tertiaire, etc. Les indications ne sont ni assez exactes, ni assez nombreuses pour montrer le rapport entre les effets du séisme et la composition lithologique du sol.

» 3° Les courbes isosismiques présentent des irrégularités qu'il serait pour le moment difficile d'expliquer, mais qui paraissent dépendre plutôt de l'orographie que de la nature du sol. La principale consiste en une sorte de golfe que la troisième zone forme au milieu de la deuxième; elle comprend la partie supérieure du bassin tertiaire du Tage et englobe sur trois côtés une ceinture de terrains granitiques et paléozoïques. Du côté septentrional, elle se prolonge par une ligne étroite coupant la zone B jusqu'à l'océan.

» 4° Le séisme du 9 août 1903 nous fait voir, au milieu de la zone C, des îlots de A et de B, complètement séparés de la zone d'égale intensité. Tels sont l'îlot de Talaya (province de Badajoz), qui présente l'intensité VII,

séparé par une distance de 170km de la zone d'égale intensité, et celui de Castello-de-Vide (intensité B) à 40km des points de même intensité les plus rapprochés.

» 5° Parmi les tremblements de terre des années antérieures, il en est qui résultent de secousses locales, atteignant ou dépassant même la plus forte intensité des séismes de grande étendue.

» L'un (14 novembre 1902) s'est manifesté dans le massif d'Estrella (îlot de Cambrique, au milieu du granite); un autre (14 octobre 1903), signalé au nord et au sud du Monte-Junto, a probablement aussi agi sur cette montagne formée de calcaires jurassiques; un troisième (21 février 1890) a eu lieu dans la région peu élevée, mais fortement disloquée de Batalha; il y a causé des dommages sérieux à de grands édifices.

» 6° Les séismes qui affectent le Portugal paraissent avoir deux *centres principaux*. Le plus important est celui que nous venons de constater sur les parallèles des embouchures du Tage et du Sado, tandis que le second se trouverait en Andalousie.

» En général, ces centres agissent indépendamment l'un de l'autre, d'autres fois il y a alternance. Ce dernier cas s'est produit lors du grand séisme d'Andalousie du 25 décembre 1884, qui fut précédé à Lisbonne par une secousse le 22 décembre. Par contre, une secousse fut ressentie à Huelva le 28 septembre 1903, à 8h du matin, tandis qu'en Portugal on en ressentait une 12 heures plus tard. »

A 4 heures et demie l'Académie se forme en Comité secret.

La séance est levée à 5 heures un quart.

G. D.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

OUVRAGES REÇUS DANS LA SÉANCE DU 11 JANVIER 1904.

(Suite.)

Bulletin du Musée océanographique de Monaco. N° 1 : *Introduction. Campagne scientifique de la* Princesse-Alice (1903); *liste des stations*. N° 2 : *Projet d'expédition océanographique double à travers le bassin polaire arctique*, présenté par M. CHARLES BÉNARD. N° 3 : *Sur l'emploi du tachéographe Schrader pour les tra-*

vaux d'hydrographie, par MM. F. SCHRADER et CH. SAUERWEIN. Monaco, janvier 1904; 3 fasc. in-8°.

The geographical Journal, including the Proceedings of the Royal geographical Society; vol. XXIII, n° 1, january 1904. Londres; 1 vol. in-8°.

Queensland geographical Journal (new series), including the Proceedings of the Royal geographical Society of Australasia, Queensland; 18th session, 1902-1903; vol. XVIII. Brisbane; 1 vol. in-8°.

Bulletin of the Buffalo Society of natural sciences; vol. VIII, nos 1-3. Buffalo, N. Y., 1903; 3 fasc. in-8°.

Bulletin du Jardin botanique de l'État à Bruxelles; vol. I, fasc. IV, sept. 1903. Bruxelles; 1 fasc. in-4°. (Les figures 1 à 13 sont reproduites par le procédé *Ducos du Hauron;* l'effet stéréoscopique s'obtient au moyen d'un binocle spécial joint à l'Ouvrage.)

Archives italiennes de Biologie, revues, résumés, reproductions des travaux scientifiques italiens. Directeur : A. Mosso; Traducteur : A. BOUCHARD; t. XL, fasc. 1. Turin, Herman Lœscher, 1903; 1 fasc. in-8°.

Mittheilungen aus der medicinischen Facultät der Kaiserlich-japanischen Universität zu Tokio; Bd. VI, n° 1. Tokio, 1903; 1 fasc. in-8°.

Bulletin of the Lloyd library of botany, pharmacy and materia medica; n° 6, 1903. Cincinnati, Ohio; 1 fasc. in-8°.

Transactions of the New York odontological Society; 1902. Philadelphie, 1903; 1 vol. in-8°.

The pharmaceutical Journal, for chemists and druggists; vol. LXXII, n° 3402, january 2, 1904. Londres; 1 fasc. in-4°.

ERRATA.

(Séance du 18 janvier 1904.)

Note de M. *de Forcrand,* Sur les peroxydes de zinc :

Page 130, lignes 20 et 21, *au lieu de* la preuve ou l'existence, *lisez* la preuve de l'existence.

Page 130, ligne 1 en remontant, *au lieu de* ne peut être étendue, *lisez* ne peut être étudiée.

(Séance du 25 janvier 1904.)

Note de MM. *Dewar* et *Curie,* Examen des gaz occlus ou dégagés par le bromure de radium :

Page 191, ligne 21, *au lieu de* l'azote, *lisez* l'hydrogène.

1904

PREMIER SEMESTRE.

COMPTES RENDUS

HEBDOMADAIRES

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES

PAR MM. LES SECRÉTAIRES PERPÉTUELS.

TOME CXXXVIII.

N° 6 (8 Février 1904).

PARIS,

GAUTHIER-VILLARS, IMPRIMEUR-LIBRAIRE

DES COMPTES RENDUS DES SÉANCES DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES,

Quai des Grands-Augustins, 55.

1904

RÈGLEMENT RELATIF AUX COMPTES RENDUS

ADOPTÉ DANS LES SÉANCES DES 23 JUIN 1862 ET 24 MAI 1875

Les *Comptes rendus hebdomadaires des séances de l'Académie* se composent des extraits des travaux de ses Membres et de l'analyse des Mémoires ou Notes présentés par des savants étrangers à l'Académie.

Chaque cahier ou numéro des *Comptes rendus* a 48 pages ou 6 feuilles en moyenne.

26 numéros composent un volume.

Il y a deux volumes par année.

ARTICLE 1er. — *Impression des travaux de l'Académie.*

Les extraits des Mémoires présentés par un Membre ou par un associé étranger de l'Académie comprennent au plus 6 pages par numéro.

Un Membre de l'Académie ne peut donner aux *Comptes rendus* plus de 50 pages par année.

Toute Note manuscrite d'un Membre de l'Académie ou d'une personne étrangère ne pourra paraître dans le *Compte rendu* de la semaine que si elle a été remise le jour même de la séance.

Les Rapports ordinaires sont soumis à la même limite que les Mémoires; mais ils ne sont pas compris dans les 50 pages accordées à chaque Membre.

Les rapports et Instructions demandés par le Gouvernement sont imprimés en entier.

Les extraits des Mémoires lus ou communiqués par les Correspondants de l'Académie comprennent au plus 4 pages par numéro.

Un Correspondant de l'Académie ne peut donner plus de 32 pages par année.

Les *Comptes rendus* ne reproduisent pas les discussions verbales qui s'élèvent dans le sein de l'Académie; cependant, si les Membres qui y ont pris part désirent qu'il en soit fait mention, ils doivent rédiger, séance tenante, des Notes sommaires, dont ils donnent lecture à l'Académie avant de les remettre au Bureau. L'impression de ces Notes ne préjudicie en rien aux droits qu'ont ces Membres de lire, dans les séances suivantes, des Notes ou Mémoires sur l'objet de leur discussion.

Les Programmes des prix proposés par l'Académie sont imprimés dans les *Comptes rendus*, mais les Rapports relatifs aux prix décernés ne le sont qu'autant que l'Académie l'aura décidé.

Les Notices ou Discours prononcés en séance publique ne font pas partie des *Comptes rendus*.

ARTICLE 2. — *Impression des travaux des Savants étrangers à l'Académie.*

Les Mémoires lus ou présentés par des personnes qui ne sont pas Membres ou Correspondants de l'Académie peuvent être l'objet d'une analyse ou d'un résumé qui ne dépasse pas 3 pages.

Les Membres qui présentent ces Mémoires sont tenus de les réduire au nombre de pages requis. Le Membre qui fait la présentation est toujours nommé; mais les Secrétaires ont le droit de réduire cet Extrait autant qu'ils le jugent convenable, comme ils le font pour les articles ordinaires de la correspondance officielle de l'Académie.

ARTICLE 3.

Le *bon à tirer* de chaque Membre doit être remis à l'Imprimerie le mercredi au soir, ou, au plus tard, le jeudi à 10 heures du matin; faute d'être remis à temps, le titre seul du Mémoire est inséré dans le *Compte rendu* actuel, et l'extrait est renvoyé au *Compte rendu* suivant et mis à la fin du cahier.

ARTICLE 4. — *Planches et tirage à part.*

Les *Comptes rendus* ne contiennent ni planches, ni figures.

Dans le cas exceptionnel où des figures seraient autorisées, l'espace occupé par ces figures comptera pour l'étendue réglementaire.

Le tirage à part des articles est aux frais des auteurs; il n'y a d'exception que pour les Rapports et les Instructions demandés par le Gouvernement.

ARTICLE 5.

Tous les six mois, la Commission administrative fait un Rapport sur la situation des *Comptes rendus* après l'impression de chaque volume.

Les Secrétaires sont chargés de l'exécution du présent Règlement.

Les Savants étrangers à l'Académie qui désirent faire présenter leurs Mémoires par MM. les Secrétaires perpétuels sont priés de les déposer au Secrétariat au plus tard le Samedi qui précède la séance, avant 5h. Autrement la présentation sera remise à la séance suivante.

ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 8 FÉVRIER 1904,

PRÉSIDENCE DE M. MASCART.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

SPECTROSCOPIE. — *Loi générale de distribution des raies dans les spectres de bandes. Vérification précise avec le deuxième groupe de bandes de l'azote.* Note de M. **H. Deslandres**.

« J'ai énoncé, en 1886, une loi simple de distribution des raies dans les spectres de bandes, loi qui est applicable à la très grande majorité des bandes que l'on peut résoudre en raies fines. Mais la règle posée est, à certains égards, incomplète; l'étude avait été faite avec des appareils de dispersion relativement faible (deux prismes de flint ou de spath, et un réseau de Rowland, mais avec des lentilles ayant seulement $0^m,50$ de distance focale); et, le plus souvent, je n'avais pas abordé la mesure précise des longueurs d'onde, qui eût été trop longue avec des spectres qui ont plus de dix mille raies. Je m'étais borné à la mesure expéditive des intervalles successifs des raies, relevés sur les épreuves, et corrigés avec une première approximation. J'ai pu avoir ainsi rapidement une vue d'ensemble du phénomène; par contre, la formule simple qui exprime la loi n'a pas été vérifiée avec toute la précision désirable; j'ai donné seulement une limite supérieure des écarts entre les nombres calculés par la formule et les nombres mesurés.

» J'ai toujours eu le désir de combler cette lacune; mais c'est seulement en 1903 que j'ai pu reprendre l'étude des mêmes spectres avec des appareils cinq fois plus puissants qu'en 1886 et, avec l'aide de M. Kannapell, licencié ès sciences, commencer la mesure précise des longueurs d'onde qui est une tâche de longue haleine. La Note actuelle présente les résultats de cette nouvelle étude avec le deuxième groupe de bandes de l'azote

(de λ 5000 à λ 2800), qui est formé de bandes intenses et nombreuses (environ 50) et peut être considéré comme un spectre type.

» Les spectres de bandes, qui ont été longtemps négligés, attirent maintenant l'attention générale. Ils paraissent liés, plus encore que les spectres de lignes, à la forme et à la structure particulières de l'atome ou de la molécule [*voir* une Note précédente (*Comptes rendus*, t. CXXVII, p. 1013)], et ils sont émis fréquemment sur la Terre; c'est ainsi que, d'après des recherches récentes, la lumière propre du radium est formée en grande partie par les bandes de l'azote, étudiées dans cette Note. Les publications sur les spectres de bandes deviennent nombreuses, surtout en Allemagne, et la loi précédente a été souvent citée, ou même soumise à des vérifications expérimentales; mais elle a été énoncée tout autrement que je ne l'ai fait moi-même et a été présentée quelque peu déformée ou modifiée; aussi je crois devoir rappeler les termes mêmes de ma première publication (*Comptes rendus*, t. CIII, p. 375) :

« En général, une bande est divisible en séries de raies égales, chaque » série étant telle que les intervalles successifs des raies sont à peu près » en progression arithmétique. On peut, en effet, former une progression » arithmétique telle que la différence entre un intervalle quelconque de la » bande et le terme correspondant de la série soit inférieure à la raison. » Cette loi est vérifiée pour l'ensemble des raies d'une même bande, mal» gré certaines irrégularités et perturbations qui se traduisent par une » oscillation de la série des intervalles autour de la progression arithmé» tique correspondante.

» Dorénavant donc une bande pourra être définie par le nombre et » l'écartement des séries qui la composent, et par la raison de la progres» sion. Chaque série est représentable approximativement par une formule » de la forme $N = Am^2 + Bm + c'$ (N étant le nombre de vibrations, m un » nombre entier, A, B, c' des constantes); ou par la formule équiva» lente $N = A(m+\alpha)^2 + c$, α étant plus petit que 1; ou par la formule » $N = \frac{A}{q_2}(mq+p)^2 + c$, si $\alpha = \frac{p}{q}$: p et q étant deux nombres entiers sup» posés petits; ou par la formule $N = \frac{A}{q^2}m^2 + c$, m étant astreint seulement » à varier de q en q. Pour la raie d'ordre m, d'après la loi, l'écart maxi» mum entre les nombres mesurés et ceux calculés est égal à $2Am$ ou » même à Am, c'est-à-dire à la moitié de l'intervalle qui la sépare de la » raie précédente. »

» A cette première loi, on peut joindre la suivante, présentée comme

distincte en 1888 (*Ann. de Chim. et de Phys.*, 1888, p. 56 à 60) : dans le spectre de bandes dû à un même corps, toutes les bandes se ressemblent et comprennent le même nombre de séries disposées de la même manière. Cette loi a été présentée sous une autre forme en 1890 (*Comptes rendus*, t. CX, p. 748) : chaque spectre de bandes est formé par la répétition de groupements de raies semblables, tels que doublets, triplets, quadruplets, etc., le nombre et la disposition des raies dans le groupement étant liés au nombre et à la disposition des atomes dans la molécule vibrante [1]. Je note expressément qu'il est question de groupements semblables et non de groupements égaux, ou identiques, tels que les triplets de largeur constante. La première loi précédente annonce, il est vrai, que les séries composant une même bande sont égales; mais il s'agit seulement des séries considérées dans leur ensemble, ayant, par exemple, des raisons égales, malgré des irrégularités individuelles notables. Cette interprétation est nettement en accord avec les dessins précis de bandes publiés en 1885 et 1888. Cependant Kayser, dans son *Traité de Spectroscopie* publié en 1902, fait de l'identité des groupements une loi spéciale, détachée des autres, et dont il m'attribue bien à tort la paternité, donnant ainsi à ce point spécial une interprétation et une importance que je ne lui ai jamais reconnues.

» Je reviens maintenant au deuxième groupe de l'azote, qui forme le sujet principal de cette Note. J'ai publié, en 1885 et 1886 (*Comptes rendus*, t. CI, p. 1256, et t. CIII, p. 375), et aussi en 1888 (*Annales de Physique et de Chimie*, t. XV, p. 5 à 86) un Tableau en longueurs d'onde du spectre entier et, en même temps, un dessin détaillé d'une de ses bandes (longueur d'onde de la tête, 3579) résolue en raies fines avec un réseau Rowland. La bande offre à la tête un triplet intense et vers la queue une série de triplets de largeur nettement décroissante, marqués sur le dessin par des demi-cercles, un de ces derniers triplets ayant la largeur du triplet de tête. (Consulter aussi le dessin ci-contre, qui représente la même bande obtenue, en 1903, avec une dispersion cinq fois plus grande.) Chaque bande est donnée comme formée par trois séries arithmétiques égales, ou par la répétition de triplets. La série des raies médianes des triplets est une progression exacte; les séries des raies extrêmes ont des irrégularités sous la forme d'une grande oscillation; mais les trois raisons sont égales à de très faibles différences près. Tel est le premier résultat obtenu avec une dis-

---

(1) J'ai posé aussi en 1887 une autre loi relative à la distribution des bandes dans un spectre de bandes; mais cette loi, que l'on pourrait appeler la troisième, ne sera pas examinée dans cette Note.

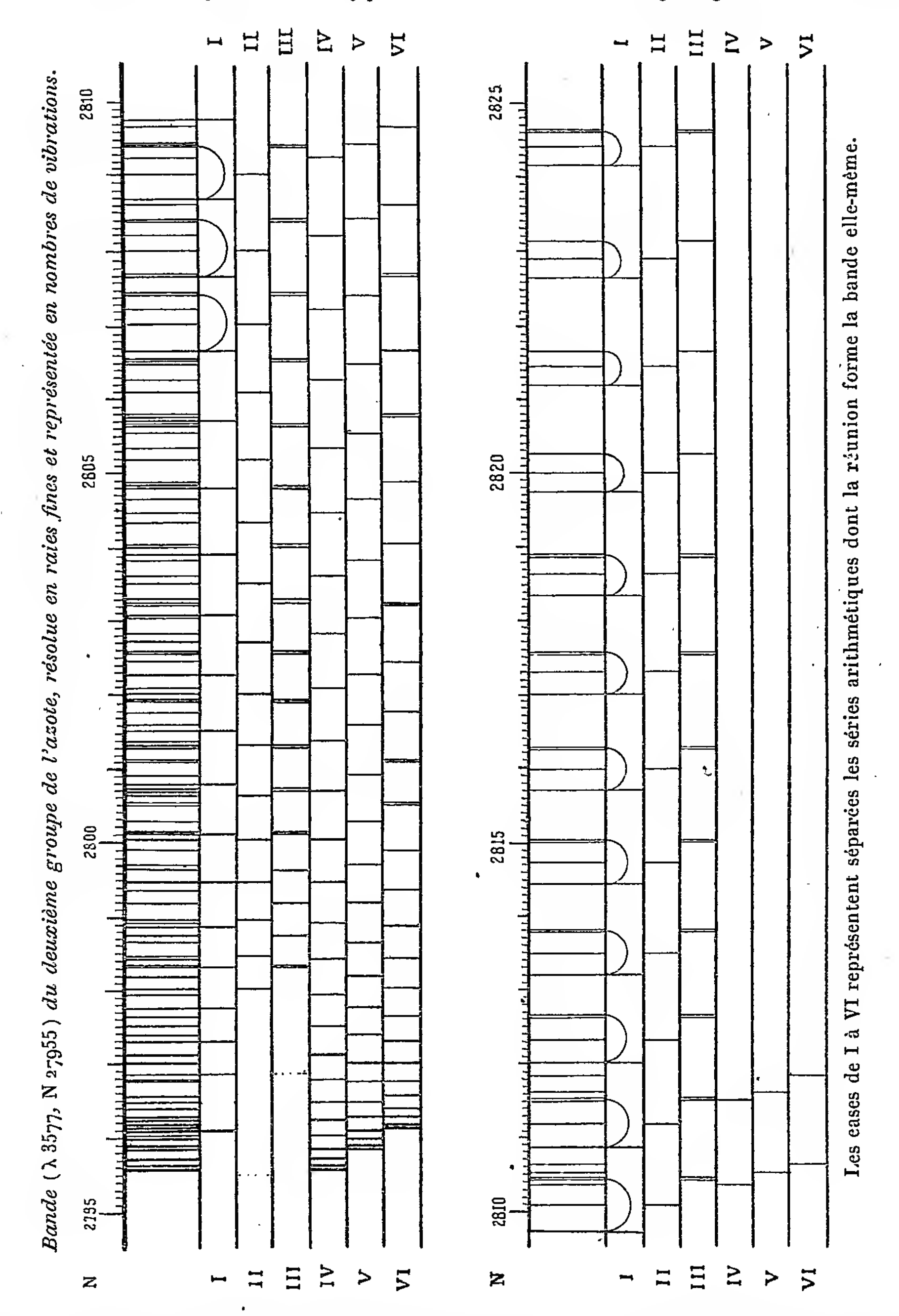
persion relativement faible qui ne résout pas complètement la bande en raies fines au moins dans la partie confuse voisine de la tête.

» Le même spectre a été étudié ensuite par Ames (*Philosophical Magazine*, 1890, p. 58) et par Hermesdorf (*Université de Bonn*, 1902, et *Annales de Drude*, t. XI, 1903, p. 161), qui, tous les deux, ont employé la forte dispersion d'un grand réseau concave de Rowland de 6 pouces et de $6^m,50$ de distance focale. Ames annonce simplement qu'il a vérifié les lois précédentes, sans autres détails. Hermesdorf publie les longueurs d'onde de six bandes, et en particulier de celle qui a pour λ 3577. Les autres bandes, dont l'intensité est plus faible, n'ont pas été obtenues complètes même avec une très longue pose. Hermesdorf note la division en trois séries, qui lui paraît évidente, et l'irrégularité des séries extrêmes; mais il considère la résolution obtenue comme insuffisante pour aborder la séparation des séries dans la partie voisine de la tête.

» J'ai repris la même étude en 1903, non avec un réseau concave, qui aurait donné des spectres trop faibles, mais avec un réseau plan de 4 pouces et un miroir astronomique en verre argenté, de $2^m,50$ de distance focale. Les tubes à vide étaient à partie capillaire fine et à pression plus petite que 1^{mm}, de manière à avoir l'éclat maximum. Bref, il a été possible d'obtenir complètes toutes les bandes du deuxième groupe dans les troisième, quatrième ou cinquième ordres, et avec une définition excellente. C'est ainsi que la bande λ 3577 reproduite ci-contre a au moins deux fois plus de raies que la même bande relevée par moi en 1885 et par Hermesdorf en 1902. La mesure précise des longueurs d'onde conduit à la conclusion suivante pour toutes les bandes du spectre : chaque bande est constituée par des séries de raies en progression arithmétique, dont le nombre est supérieur à 3 et au moins égal à 7. Les écarts, par rapport aux progressions exactes, sont bien moindres que ne l'indique la loi de 1886.

» En effet, si l'on prolonge vers la tête de la bande les progressions déterminées par les triplets de la queue, on retrouve des raies fortes de la tête, mais la moitié environ des raies n'est pas employée; on est ainsi conduit à un nombre de séries plus grand et à la division indiquée dans les cases I à VI de la Planche. Les triplets de la queue et le triplet de la tête appartiennent en réalité à des séries différentes et les séries de la queue se distinguent des autres par l'absence des raies qui correspondent aux petites valeurs du nombre entier m. De plus, dans la case III, toutes les raies sont doubles, avec cette particularité que l'une des raies du doublet, plus intense que l'autre, est alternativement la plus et la moins réfrangible. Chacune des deux séries de la case III a donc ses raies successives alternativement

fortes et faibles et peut être rapprochée de la série unique qui forme chaque



Bande (λ 3577, N 27955) *du deuxième groupe de l'azote, résolue en raies fines et représentée en nombres de vibrations.*

Les cases de I à VI représentent séparées les séries arithmétiques dont la réunion forme la bande elle-même.

bande du pôle négatif de l'azote et offre aussi ce caractère. On peut penser que la molécule vibrante, dans le deuxième groupe de l'azote, comprend

au moins deux atomes semblables à celui qui donne le spectre du pôle négatif. Les séries des autres cases ([1]), d'après certains indices, seraient aussi doubles de la même manière; mais un appareil encore plus puissant sera nécessaire pour éclaircir ce point.

» Les raies des bandes ont été déterminées avec soin en nombres de vibration par comparaison avec les raies repères du fer de Rowland, et les constantes des sept progressions ont été calculées par la méthode des moindres carrés, avec la formule $N = A\left(m + \frac{p}{q}\right)^2 + c$.

Numéro des séries.	Formule.	Écart moyen quadratique.
I...............	$N = 27946,046 + 0,1967023\,(m + \frac{3}{4})^2$	0,0861
II...............	$N = 27957,760 + 0,2035106\,(m + \frac{1}{2})^2$	0,0861
III_1...............	$N = 27967,804 + 0,2081682\,(m + \frac{1}{2})^2$	0,1155
III_2...............	$N = 27969,188 + 0,2079151\,(m + \frac{1}{2})^2$	0,1215
IV...............	$N = 27955,750 + 0,2061943\,(m + \frac{3}{4})^2$	0,0731
V...............	$N = 27958,260 + 0,2051875\,(m + \frac{3}{4})^2$	0,1059
VI...............	$N = 27961,880 + 0,2065875\,(m + \frac{1}{4})^2$	0,1725

» L'erreur maxima de pointé étant estimée à 0,0800, les écarts entre les nombres mesurés et calculés sont tous inférieurs à la raison qui, d'une série à l'autre, a des différences seulement légères.

» Les nombres de vibrations des raies de toutes les bandes seront publiés en détail dans un Mémoire ultérieur, publié en collaboration avec M. Kannapell.

» Je termine par un énoncé plus précis de la loi de distribution, de manière à éviter toute ambiguïté : *En général, chaque bande, exprimée en nombre de vibrations, est divisible en séries de raies enchevêtrées, chaque série étant telle que les intervalles successifs sont en progression arithmétique. Les raisons des séries sont égales ou très voisines. Avec certaines bandes et les bandes du deuxième groupe de l'azote en particulier, les différences entre les positions des raies calculées et mesurées sont toutes inférieures à la raison; même parfois l'écart moyen quadratique est au plus égal à l'erreur du pointé.*

» La loi précédente est à certains égards une loi différentielle, comme je l'ai indiqué en 1887 (*Comptes rendus*, t. CIV, p. 472) et en 1891 (*Journal de Physique*, p. 279); avec la précision que les réseaux actuels assurent,

---

([1]) Dans ces séries, en effet, les raies qui apparaissent simples se montrent une ou deux fois doubles; or, souvent, dans ce cas, une dispersion plus forte révèle la duplicité de toutes les raies. Les perturbations des séries décèlent ainsi leur constitution intime.

elle ne s'applique exactement qu'aux bandes qui, comme les précédentes et la plupart des bandes, ont des séries de moins de cinquante raies. Dans la formule $N = Am^2 + c$, A représente la dérivée par rapport à m^2 pour $m = 0$ d'une fonction de m^2 plus complexe. Avec les bandes extraordinaires ayant plus de cinquante raies, en général, pour les valeurs de m supérieures à 50, il y a des écarts systématiques notables par rapport aux progressions. Ce côté de la question a été l'objet d'un Mémoire important de Kayser et Runge (*Mémoires de l'Académie de Berlin*, 1889).

» D'autre part, la composition et la forme des groupements de raies semblables, dont la répétition fournit ces spectres, sont variables d'un spectre à l'autre; elles sont liées directement à la structure intime de la molécule et seront un jour très utiles à la Stéréochimie. »

PHYSIQUE. — *Nouveau dispositif électrique permettant de souffler l'arc de haute fréquence.* Note de M. D'ARSONVAL.

« Dans la production des courants de haute fréquence appliqués à la thérapeutiqne, conformément aux méthodes que j'ai inaugurées en 1901, il est nécessaire d'empêcher la production d'un arc entre les boules de l'éclateur.

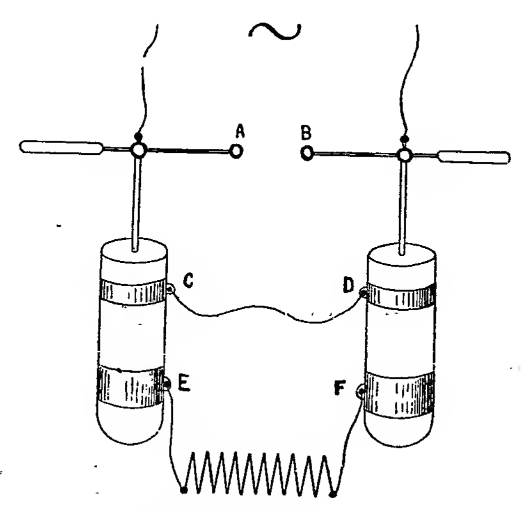
» J'ai indiqué, dans des Communications antérieures, différents procédés pour atteindre ce but.

» Ces procédés consistent dans le soufflage de l'arc : 1° par un champ magnétique; 2° par un courant d'air direct projeté sur l'éclateur; 3° par l'interposition d'une self ou d'un condensateur; 4° par un éclateur qui se déplace rapidement dans l'air, etc. Ces divers procédés ne sont pas efficaces dans tous les cas, ou ont l'inconvénient de nécessiter l'adjonction aux appareils d'utilisation d'organes mécaniques qui les compliquent et nécessitent un supplément de dépense d'énergie.

» Le présent dispositif pare à tous ces inconvénients, il supprime tout organe mécanique et force le courant utilisé à souffler lui-même automatiquement l'arc qui tend à se produire à l'éclateur. Il repose sur le principe suivant qu'illustre suffisamment la figure schématique ci-annexée.

» Soient A, B les boules de l'éclateur correspondant aux armatures internes de deux condensateurs montés en tension et chargés périodiquement par une source à haut potentiel quelconque (machine statique, bobine de Ruhmkorff, transformateur, etc.).

» Quand les condensateurs ont une capacité et une self convenables l'arc est soufflé automatiquement. Il n'apparaît que si l'appareil d'utilisation (grand solénoïde pour autoconduction, chaise-longue, etc.), est intercalé entre les armatures externes des condensateurs, conformément au montage que j'ai préconisé exclusivement pour ces applications thérapeutiques.



AB Éclateur.
CD Condensateur souffleur.
EF Condensateur d'utilisation.

» L'idée consiste à garder constamment en circuit un pareil condensateur que j'appelle pour cette raison *condensateur souffleur*. Il est représenté en CD sur la figure. Pour actionner les appareils d'utilisation (grand solénoïde du bas de la figure par exemple) on lui adjoint une seconde paire de condensateurs; E, F sur la figure. Ces condensateurs peuvent être absolument indépendants des premiers. Ils n'ont, avec les premiers, qu'un circuit commun : celui de l'éclateur AB. Il en résulte que, quel que soit l'arc que tendent à produire les condensateurs d'utilisation E, F aux boules de l'éclateur AB, cet arc est constamment soufflé par la décharge même des condensateurs C, D.

» Ce dispositif très simple est très efficace dans tous les cas et réalise le soufflage automatique de l'arc quel que soit l'appareil d'utilisation. »

PHYSIQUE. — *Dispositifs de protection pour sources électriques alimentant les générateurs de haute fréquence.* Note de MM. D'ARSONVAL et GAIFFE.

« Dans un ensemble produisant des courants de haute fréquence, l'éclateur est un centre d'où partent dans toutes les directions des ondes électriques dont la tension initiale est donnée par la longueur d'étincelle à l'éclateur.

» On ne considère ordinairement que le circuit d'utilisation, et il est cependant très intéressant, au point de vue de la conservation des appareils, de voir ce que deviennent ces ondes dans tous les autres circuits.

» Or, elles se propagent jusqu'à complet amortissement à travers tous les circuits en relation quelconque avec l'éclateur. On les retrouve jusqu'à la dynamo fournissant le courant au primaire de la bobine ou du transformateur, s'étant propagées soit par induction, soit par condensation, même dans des circuits isolés complètement l'un de l'autre au point de vue électrique, comme les deux circuits d'un transformateur.

» Or, le potentiel de ces ondes est très élevé, plus élevé que celui pour lequel l'isolement des appareils a été calculé et il en résulte des mises hors de service inattendues.

» On connaît de nombreux exemples de transformateurs et bobines mis hors de service pendant leur fonctionnement en haute fréquence; pour ce qui est des générateurs alimentant le transformateur, nous pouvons citer une commutatrice ayant eu deux fois des courts-circuits, dont nous n'avons su la cause qu'en la faisant fonctionner dans l'obscurité, et constatant des étincelles anormales sur tout le pourtour du collecteur.

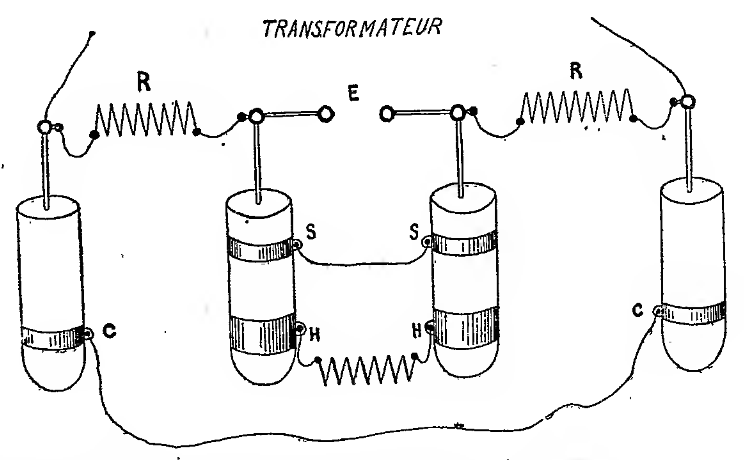
» Il y a donc intérêt, au point de vue de la conservation des appareils servant à la production des ondes de haute fréquence, à empêcher le retour de ces ondes au transformateur.

» Nous pouvons empêcher ce retour en intercalant entre le transformateur et l'éclateur un circuit arrêtant les ondes soit par résistance, soit par induction ou les deux à la fois, en enroulant les résistances R, R sur d'épais tubes de cuivre isolés de la résistance. On améliore beaucoup l'efficacité du dispositif ci-dessus par l'adjonction d'une capacité C, C branchée aux bornes de haute tension du transformateur.

» La combinaison de ces moyens donne un ensemble amortissant autant qu'il est nécessaire, sans être la cause d'une perte de puissance sensible.

» La figure ci-dessous montre la disposition schématique de l'amortisseur.

» Pour nous rendre compte de l'effet obtenu, nous avons coupé le secondaire de notre transformateur à haut potentiel en deux portions égales, qui ont été réunies entre elles par un milliampèremètre thermique



C, C. Capacités reliées aux bornes de haute tension du transformateur.
R, R. Résistances d'amortissement. Le reste du circuit comme dans la Note précédente.

à grand isolement, puis nous avons mis à chaque sortie du transformateur un milliampèremètre.

» Dans le fonctionnement sans appareil de garde, le milliampèremètre intérieur indiquait seulement le courant utilisé; les deux autres, dont la déviation était beaucoup plus considérable, indiquaient le courant fourni par le transformateur et le courant fourni par les ondes venant s'amortir dans l'intérieur de ce transformateur.

» Avec appareil de garde, les trois milliampèremètres indiquaient la même intensité, nous prouvant ainsi que les ondes étaient arrêtées avant l'arrivée dans le secondaire.

» Dans une autre expérience, nous avons intercalé, entre la source à haut potentiel et le dispositif de haute fréquence, une galette de fil.

» Sans appareil de protection, cette galette et, du reste, tous les appareils reliés électriquement au transformateur jusqu'à la dynamo, étaient illuminés par des étincelles. Sitôt l'appareil de protection mis en place, tous ces phénomènes disparaissaient.

» Les expériences ont été faites sous la direction des auteurs, par M. Gunther, ingénieur E. P. C. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Action du bromure de phénylmagnésium sur l'anthraquinone. Dihydrure d'anthracène γ-dihydroxylé-γ-diphénylé symétrique.* Note de MM. **A. Haller** et **A. Guyot**.

« Nos recherches sur les produits de condensation du tétraméthyldiaminodiphényloxanthranol avec le benzène, le toluène (¹), l'anisol, le phénétol (²), ainsi que celles relatives à la formation du vert phtalique aux dépens du même oxanthranol substitué, nous ont conduits à chercher à produire le corps deux fois carbinol et non substitué dans ses noyaux phényliques correspondant à l'ensemble de ces composés. Ce diol présente, vis-à-vis de tous ces dérivés que nous avons étudiés, surtout du vert phtalique, les mêmes rapports que le triphénylcarbinol vis-à-vis des colorants du triphénylméthane

$(C^6H^5)^3COH$

Triphénylcarbinol.

$$\begin{array}{c} \quad C^6H^5 \\ HOC \\ C^6H^4 \diamond C^6H^4 \\ HOC \\ \quad C^6H^5. \end{array}$$

Dihydrure d'anthracène
γ-dihydroxylé-γ-diphénylé.

» Pour la préparation de ce corps nous avons appliqué la réaction si intéressante découverte par M. Grignard.

» Dans un ballon bien sec et surmonté d'un réfrigérant ascendant, on introduit 24^g de magnésium en poudre, 400^{cm^3} d'éther anhydre, un fragment d'iode, puis, par petites portions, 165^g de monobromobenzène. Lorsque tout le magnésium est combiné, on ajoute en plusieurs fois 104^g (une demi-molécule) d'anthraquinone en suspension dans 600^{cm^3} d'éther anhydre. Chaque addition détermine une vive réaction qui provoque l'ébullition de l'éther; le contenu du ballon devient successivement jaune, puis vert et se transforme à la fin en une masse pâteuse que surnage l'éther. On décante

(¹) A. Haller et A. Guyot, *Comptes rendus*, t. CXXXVII, p. 606.
(²) A. Guyot et Stœhling, *Comptes rendus*, t. CXXXVIII, p. 211.

ce dernier et l'on décompose la masse restante par de l'eau aiguisée d'acide chlorhydrique; elle se résout en une poudre jaune constituée par un mélange d'anthraquinone et du produit cherché. On isole ce dernier en soumettant la masse à une série de traitements par l'alcool méthylique bouillant.

» On obtient ainsi de longues aiguilles incolores et très brillantes, renfermant de l'alcool de cristallisation qu'il n'a pas été possible de doser en raison de la rapidité avec laquelle le produit s'effleurit. Le corps complètement exempt de l'alcool se présente sous la forme d'une poudre d'un blanc pur, fondant à 242° (non corrigé), et difficilement soluble dans la plupart des véhicules organiques.

» L'analyse conduit à la formule $C^{26}H^{20}O^2$.

» Il se dissout dans l'acide sulfurique concentré avec une superbe coloration bleu indigo qui persiste pendant plusieurs jours à froid, mais qui disparaît rapidement à la température du bain-marie et vire au jaune orangé. Ses solutions dans l'acide acétique cristallisable (et aussi dans d'autres véhicules) possèdent une fluorescence violette. Lorsque, à une solution même diluée du produit dans le même dissolvant, on ajoute une goutte d'acide chlorhydrique, la liqueur se remplit aussitôt de belles paillettes d'un composé différent du composé primitif, fondant beaucoup plus bas et qui semble renfermer du chlore. Cette réaction est assez sensible et caractéristique.

» En raison de la faible solubilité de l'anthraquinone dans l'éther, le rendement en produit pur est faible et atteint à peine 10 pour 100 du rendement théorique, la différence étant représentée par de la matière première non entrée en combinaison.

» Il est probable que la réaction qui donne naissance à notre produit s'effectue en deux phases, c'est-à-dire que les deux groupes CO subissent successivement et non simultanément l'action du bromure de phénylmagnésium; on devait donc s'attendre à rencontrer simultanément, à côté du produit principal, une certaine quantité de phényloxanthranol. L'étude que nous avons faite des eaux mères de notre produit à ce point de vue, ne nous a pas permis de déceler la présence de ce phényloxanthranol, cependant facile à reconnaître par la coloration rouge fuchsine intense qu'il donne au contact de l'acide sulfurique concentré. L'absence de ce composé s'explique encore facilement par la très faible solubilité de l'anthraquinone dans l'éther; grâce à elle, cette quinone se trouve toujours en

présence d'un très grand excès du composé organomagnésien, et donne par conséquent toujours naissance au produit de condensation ultime :

$$C^6H^4\left\langle\begin{array}{c}CO\\ \\ CO\end{array}\right\rangle C^6H^4 + 2[C^6H^5MgBr] = \begin{array}{c}BrMgO\diagdown\;\diagup C^6H^5\\ C\\ C^6H^4\left\langle\begin{array}{c}\\ \\ \end{array}\right\rangle C^6H^4\\ C\\ BrMgO\diagup\;\diagdown C^6H^5\end{array}.$$

$$\begin{array}{c}BrMgO\diagdown\;\diagup C^6H^5\\ C\\ C^6H^4\left\langle\begin{array}{c}\\ \\ \end{array}\right\rangle C^6H^4\\ C\\ BrMgO\diagup\;\diagdown C^6H^5\end{array} + 2HCl = \begin{array}{c}HO\diagdown\;\diagup C^6H^5\\ C\\ C^6H^4\left\langle\begin{array}{c}\\ \\ \end{array}\right\rangle C^6H^4\\ C\\ HO\diagup\;\diagdown C^6H^5\end{array} + MgBr^2 + MgCl^2.$$

» Nous nous occupons actuellement de reproduire ce composé par condensation du bromure de phénylmagnésium avec le phényloxanthranol et de préparer les homologues, d'une part, par condensation du même dérivé organomagnésien avec la β-méthylanthraquinone et le β-méthylphényloxanthranol et, d'autre part, par condensation du tolylmagnésium avec l'anthraquinone, la méthylanthraquinone, le phényloxanthranol et les tolyloxanthranols. »

PHYSIQUE. — *Sur le mécanisme de la transmission des rayons* N *par des fils de différentes substances.* Note de M. **E. Bichat.**

« Dans une Communication faite à l'Académie (¹), M. A. Charpentier a annoncé que certaines radiations physiologiques et une partie des radiations émises par des foyers de rayons N, rencontrant une plaque de cuivre reliée à l'extrémité d'un fil de cuivre, sont capables d'être transmises par ce fil, de façon à agir sur un écran à sulfure de calcium placé à l'autre extrémité. Cette curieuse expérience peut, je crois, s'expliquer aisément en se basant sur des faits bien connus : elle est tout à fait analogue à l'expérience dans laquelle la lumière est conduite d'une extrémité à l'autre d'une tige de verre courbée, par une suite de réflexions successives.

(¹) Voir *Comptes rendus*, t. CXXXVIII, p. 195.

» Voici les observations qui viennent à l'appui de cette manière de voir :

» 1° Tout d'abord, la transmission se fait bien par l'intermédiaire du fil, et non par le milieu qui l'environne. Si, en effet, on immerge le fil dans l'eau, le phénomène n'est modifié en rien ;

» 2° Pour que le fait annoncé par M. A. Charpentier se produise, il est indispensable que la matière du fil soit transparente pour les rayons N. Un fil de plomb ne transmet rien ; la transmission se fait, au contraire, aisément par un fil de cuivre, un fil d'aluminium, un fil de zinc, une tige de verre, corps qui sont plus ou moins transparents pour les rayons N. Un tube contenant de l'eau salée, qui est transparente pour les rayons N, transmet facilement ; le même tube, contenant de l'eau pure, qui est opaque pour les rayons N, ne transmet rien ;

» 3° Si, comme je le crois, il y a lieu de se baser sur les analogies tirées de la façon dont la lumière se propage, la forme du fil ne peut avoir d'influence, à moins qu'il ne présente quelque part un coude brusque. L'expérience montre qu'il en est bien ainsi : un fil de cuivre contourné, mais présentant en ses divers points un grand rayon de courbure, transmet les rayons N ; si l'on vient à le plier brusquement, de façon que deux parties contiguës forment un angle très aigu, la transmission ne se fait plus : les rayons émis à un bout du fil n'arrivent plus à l'autre bout ; ils s'arrêtent à la partie anguleuse. Si l'on promène un écran à sulfure de calcium phosphorescent le long d'un tel fil, il brille fortement à l'endroit même du coude brusque : les rayons sortent du fil en se réfractant en cet endroit ;

» 4° D'après les mêmes analogies, on doit s'attendre à ce que la transmission par réflexions successives des rayons N dans un fil soit modifiée par l'état de sa surface. La transmission, qui se fait facilement par un fil d'aluminium dont la surface est bien régulière, ne se fait plus, en effet, si la surface du fil est rugueuse et bosselée. L'expérience suivante est encore plus frappante : si l'on oxyde un fil de cuivre en le chauffant dans la flamme d'un chalumeau, il ne transmet plus rien ; il suffit même de l'oxyder sur une longueur de 5^{cm} ou 6^{cm} pour que l'effet disparaisse. Si, le long d'un tel fil, soumis à l'un de ses bouts à l'action des rayons N, on déplace, dans l'obscurité, un écran à sulfure de calcium phosphorescent, on peut découvrir aisément l'endroit où il a été oxydé : c'est là que l'écran brille du plus vif éclat. Les rayons N sont transmis par la partie du fil qui est restée polie ; arrivés à l'endroit oxydé, ils ne peuvent plus se réfléchir régulièrement : ils sortent du fil. Si, avec une toile d'émeri très fin, on enlève la couche d'oxyde, le fil transmet de nouveau les rayons N ;

» 5° Pour faire l'expérience, il est inutile de mettre une plaque à l'extrémité du fil; il suffit de présenter la tranche très nette de l'un de ses bouts à une source de rayons N, et d'appliquer l'écran à sulfure contre l'autre bout. Si, au lieu de présenter la source de rayons N et l'écran sensible aux deux extrémités du fil, on les dispose sur le côté du fil, toujours dans le voisinage des extrémités, l'effet est considérablement diminué.

» Pour toutes ces expériences, je me suis servi uniquement de rayons N d'origine non physiologique. »

NAVIGATION. — *Sur la détermination du déplacement d'un bâtiment de combat.* Note de M. **J.-A. Normand.**

« La méthode la plus sûre et le plus souvent employée pour établir l'avant-projet d'un bâtiment de combat consiste à prendre comme base des calculs un bâtiment peu différent et à déterminer les variations de grandeur et de déplacement que les différences entre les programmes du type et du projet doivent entraîner.

» Considéré au point de vue purement géométrique, le problème se réduit à une question de poids. On calcule les différences de poids positives ou négatives qu'entraîneraient, pour le bâtiment type, les variations dans la vitesse, la protection, l'artillerie, le rayon d'action, etc., exigées par le nouveau programme.

» Soit Δp la différence de poids définitive : si le bâtiment type et le projet doivent rester géométriquement semblables et conserver le même rapport du volume de carène au volume de coque, le déplacement du bâtiment en projet devra varier d'une quantité égale à $\Delta p \times K$.

» Les valeurs approximatives moyennes du coefficient K dont j'ai signalé l'existence en 1885 (¹) sont : 2,6 pour les grands cuirassés, 3,1 pour les croiseurs de première classe, 3,6 pour les croiseurs de troisième classe et 4,0 pour les contre-torpilleurs.

» Par exemple, si le nouveau programme conduit pour un croiseur de première classe, choisi comme type, à une augmentation de poids de 400^{tx}, le projet supposé géométriquement semblable au type comme carène et comme coque devra atteindre approximativement un déplacement plus grand que celui du type de $3,1 \times 400^{tx} = 1240^{tx}$. On voit donc qu'une

(¹) Étude sur les torpilleurs.

addition utile de 400^{tx} entraînera une augmentation de déplacement égale à $(3,1-1)\,400^{tx} = 840^{tx}$, puisqu'elle n'ajoute rien à la valeur offensive et défensive du navire et qu'elle a uniquement pour but (incontestablement très important) de lui conserver les qualités nautiques du type. En réalité elle les améliore ; car ces qualités sont d'autant meilleures pour des navires géométriquement semblables que les dimensions absolues sont plus grandes. On ne doit pas oublier que, si la valeur des navires de commerce augmente très généralement avec la grandeur absolue, il n'en est pas de même de celle des bâtiments de combat.

» La solution du problème est tout autre quand on admet la surimmersion qui fait l'objet de ma Note du 28 décembre dernier. Supposons que, dans l'exemple ci-dessus, on reconnaisse que le croiseur type soit susceptible de recevoir une surimmersion correspondant à la moitié du supplément de 400^{tx} résultant du nouveau programme. L'augmentation de grandeur absolue ne sera plus que la moitié de celle primitivement nécessaire.

» L'examen de l'importance de la surimmersion possible du bâtiment type constitue donc un élément essentiel de l'établissement d'un projet.

» On se rend un compte exact de l'avantage ainsi réalisé, en comparant les deux cas extrêmes : le premier, où la coque doit être agrandie d'après le coefficient K ci-dessus de variation de déplacement, et le second, où la grandeur absolue du type étant conservée, l'augmentation totale de déplacement nécessaire est obtenue par surimmersion. L'accroissement inutitilisé se réduit alors à celui dû au faible accroissement de puissance et de combustible nécessaire pour conserver même vitesse et même rayon d'action, malgré la surimmersion.

» Nous reportant à la Note précitée, écrivons, en égalant à o la somme $dv_2 + dv_4$ des formules (8) et (10), que la variation de vitesse est nulle, il vient

$$dp_2 = \frac{2}{3}\,\frac{p_2}{D - \frac{2}{3}(p_2 + p_3)}\,dp_1.$$

» L'augmentation de déplacement totale comprend l'addition de combustible

$$dp_3 = \frac{2}{3} p_3 \frac{dD}{D},$$

nécessaire pour conserver même rayon d'action.

» Les valeurs ci-dessus de $dp_2 + dp_3$ reportées dans la formule (3)

$$dD = dp_1 + dp_2 + dp_3$$

donnent

$$\frac{dD}{dp_1} = \frac{D}{D - \frac{2}{3}(p_2 + p_3)} = K'.$$

» Tel est le coefficient K' par lequel on doit multiplier l'addition de poids dp_1 pour obtenir l'accroissement de déplacement quand les dimensions du type sont conservées. Le Tableau suivant indique sa valeur approximative pour les diverses espèces de bâtiments de combat, comparativement au coefficient K considéré habituellement. Il donne aussi le rapport des coefficients d'augmentation de déplacement non utilisée $\frac{K'-1}{K-1}$.

	K.	K'.	$\frac{K'-1}{K-1}$.
Grands cuirassés.............	2,6	1,16	0,10
Croiseurs de première classe...	3,1	1,30	0,14
Croiseurs de troisième classe...	3,6	1,36	0,14
Contre-torpilleurs non blindés..	4,0	1,55	0,17

» Il résulte de ce Tableau que, pour une addition de poids faite au programme d'un grand cuirassé, par exemple, la conservation de grandeur absolue du type et l'emploi de la surimmersion permettent de réduire l'augmentation de déplacement inutilisée à un dixième de ce qu'elle serait si la coque et la carène du projet étaient agrandies en restant géométriquement semblables à celles du type. On voit encore que, dans l'exemple précité d'un croiseur de première classe, l'augmentation de déplacement inutilisée, qui atteignait 840^{tx}, se réduit à $(1,30 - 1)400^{tx} \doteq 120^{tx}$.

» Il est incontestable que, dans un grand nombre de cas, la surimmersion est inadmissible, du moins, sans modifications aux formes des œuvres-mortes; mais il n'en est pas toujours ainsi, si l'on conserve une hauteur suffisante aux extrémités et surtout à l'avant, la légèreté de la charpente ainsi ajoutée n'entraînant qu'une faible augmentation de poids. L'emploi d'une plate-forme surélevée, telle que je l'ai appliquée aux contre-torpilleurs, peut être aussi adoptée dans certains cas spéciaux.

» Quoi qu'il en soit, il est utile, et tel est le but de cette Note, de pouvoir chiffrer l'avantage que présente la surimmersion pour la réalisation d'un programme de construction navale avec des dimensions modérées.

» On est d'autant plus autorisé à profiter de cet avantage que la vitesse est moindre : c'est là un des principaux arguments en faveur de la réduction de la vitesse des bâtiments de combat. »

NOMINATIONS.

L'Académie procède, par la voie du scrutin, à la nomination d'une Commission qui sera chargée de présenter une liste de candidats pour la place d'Associé étranger, laissée vacante par le décès de Sir *George-Gabriel Stokes*.

Cette Commission doit comprendre trois Membres choisis dans les Sections de Sciences mathématiques, trois Membres choisis dans les Sections de Sciences physiques, et le Président en exercice.

Les Membres qui ont réuni le plus de suffrages sont :

Pour les Sections de Sciences mathématiques : MM. **Darboux**, **Grandidier**, **Bouquet de la Grye**.

Pour les Sections de Sciences Physiques : MM. **Gaudry**, **Perrier**, **Berthelot**.

CORRESPONDANCE.

M. le **Secrétaire perpétuel** signale, parmi les pièces imprimées de la Correspondance :

1° Un ouvrage de M. *Sven Hedin* intitulé : « Le Thibet inconnu ; vers la ville interdite. » Traduit par M. *Ch. Rabot*. (Présenté par M. de Lapparent.)

2° Un volume ayant pour titre : « Système silurien du centre de la Bohême ; par M. *Joachim Barrande*. » Continuation éditée par le musée Bohême : Gastéropodes, Tome Ier, par M. *Jaroslav Perner*. (Présenté par M. Albert Gaudry).

M. **Ed. Capelle** adresse ses remercîments à l'Académie pour la distinction dont ses travaux ont été l'objet dans la dernière séance publique.

ASTRONOMIE. — *Sur la véritable valeur du grand axe d'une orbite cométaire lorsque l'astre est très éloigné du Soleil, et le caractère supposé hyperbolique de la comète* 1890 II. Note de M. **Louis Fabry**, présentée par M. O. Callandreau.

« La question de la forme elliptique ou hyperbolique des orbites des comètes a été abordée par divers auteurs et par moi-même au moyen de considérations basées sur le calcul des probabilités. Il a paru depuis quelques années aux astronomes qu'elle devait être étudiée aussi directement par le calcul des éléments des orbites de certaines comètes que les puissants instruments modernes ont permis d'observer pendant un long intervalle de temps.

» Une circonstance qui peut causer une illusion sur la véritable forme primitive de l'orbite d'une comète est que, lorsque l'astre se trouve très loin du Soleil, la valeur du grand axe ou de l'excentricité doit être calculée non seulement en rapportant le mouvement au centre de gravité du système planétaire, comme l'a montré M. Elis Strömgren dans ses savants travaux sur la comète 1890 II [1], mais encore en prenant pour la constante de l'attraction la valeur qui correspond à la somme des masses du Soleil et des planètes.

» On peut facilement oublier que, pour calculer le grand axe ou l'excentricité de l'orbite, il faut augmenter la masse du Soleil de celle des planètes, car la chose est presque sans influence lorsque la comète se trouve à une distance très considérable.

» Considérons, par exemple, le demi-grand axe a; il est lié à la vitesse v par la formule connue

$$\frac{1}{a} = \frac{2}{r} - \frac{v^2}{f(1+\mu)}, \tag{1}$$

où r est le rayon vecteur de l'astre, f la constante de l'attraction correspondant à la masse du Soleil seule, μ le rapport de la masse des planètes à celle du Soleil (0,001337 pour l'ensemble des planètes). Comme a est très

---

(1) *Berechnung der Bahn des Kometen* 1890 II (*Acta reg. Soc. Physiogr. Lund*, t. VI, 1896). — *Ueber Kometenbahnexcentricitäten* (Deux Notices publiées dans les *Comptes rendus de l'Académie des Sciences de Stockholm*, 1898, n° 7, et 1899, n° 4).

grand, les deux termes du second membre sont presque égaux, de sorte que l'erreur commise en négligeant μ est à peu près égale à $\frac{2\mu}{r}$; elle est donc insignifiante pour de très grandes valeurs de r, mais très sensible pour des valeurs modérées. Pour $r = 20$ par exemple, l'erreur dépasse 0,0001 et n'est donc point négligeable dans la question qui nous occupe.

» L'astronome qui veut rechercher le grand axe de l'orbite primitive d'une comète est porté à ne poursuivre ce calcul que pour quelques années en arrière. Un tel procédé est exposé à être fautif si l'excentricité varie encore un peu ou si l'on n'a pas eu soin de la calculer en augmentant la masse du Soleil de celle des planètes.

» C'est ainsi que M. Strömgren, après avoir étudié avec grand soin le mouvement de la comète 1890 II en tenant compte des perturbations planétaires, trouve que, le 8 janvier 1884, les composantes de la vitesse de cet astre, rapportées à trois axes rectangulaires menés par le centre de gravité du Système solaire, étaient les suivantes :

$$\log \frac{dx}{dt} = \bar{2},841\,6823n; \qquad \log \frac{dy}{dt} = \bar{2},978\,7569n;$$
$$\log \frac{dz}{dt} = \bar{1},299\,5016,$$

l'unité de temps étant prise égale à 40 jours. Au même instant la distance de l'astre au centre de gravité était $\log r = 1,247\,2949$. De cela on conclut pour le carré de la vitesse de la comète, en prenant le jour pour unité de temps :

$$v^2 = \left(\frac{dx}{dt}\right)^2 + \left(\frac{dy}{dt}\right)^2 + \left(\frac{dz}{dt}\right)^2 = 0,000\,033\,506\,88,$$

et la constante de l'attraction f ayant pour valeur

$$\log f = \bar{4},471\,1629,$$

la formule (1) donne, si l'on néglige μ,

$$\frac{1}{a} = -\,0,000\,062.$$

» La distance périhélie de la comète étant $\log q = 0,2805$, il en résulte l'excentricité 1,000 12. Cette valeur a été donnée pour celle de l'excentricité primitive qui serait donc hyperbolique. Mais si dans la formule (1) on

tient compte de μ, on trouve

$$\frac{1}{a} = +0,000\,090,$$

ce qui porte à conclure que l'orbite primitive était elliptique.

» Objecterait-on que la distance de la comète au Soleil, le 8 janvier 1884, ($r = 17,7$) étant inférieure au rayon de l'orbite d'Uranus, il ne faut faire entrer dans μ ni la masse de cette planète, ni celle de Neptune, et même négligerait-on la masse de Saturne, on trouverait encore pour a une valeur positive.

» On voit donc que les calculs de M. Strömgren bien interprétés conduisent plutôt, pour la comète 1890 II, à une orbite elliptique. Toutefois il faudrait encore examiner si les perturbations produites par le mouvement des planètes ont été sans influence avant le 8 janvier 1884. Cet examen exigeant un assez long travail ne peut trouver place ici; je me contente pour le moment de dire que l'ayant effectué je suis parvenu à cette conclusion qu'il n'est pas possible que les perturbations antérieures au 8 janvier 1884 aient fait passer l'inverse du demi-grand axe rapporté au centre de gravité et à la masse totale du Système planétaire d'une valeur négative à la valeur positive + 0,000 090, et par conséquent que l'orbite primitive de la comète 1890 II était légèrement elliptique. »

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Remarques sur les équations différentielles dont l'intégrale générale est une fonction entière.* Note de M. **Émile Borel**, présentée par M. Painlevé.

« Jusqu'à ces derniers temps, les équations différentielles connues admettant comme intégrale générale une fonction entière étaient assez peu nombreuses pour qu'il pût paraître inutile d'en tenter une étude systématique. Les méthodes de M. Painlevé lui ont permis de découvrir de nouvelles équations satisfaisant à cette condition et permettront sans doute d'en découvrir encore d'autres. On se trouve donc en présence d'une classe assez étendue d'équations différentielles, assurément très particulières, mais dont les propriétés simples doivent être nombreuses et intéressantes. Il semble qu'il y ait lieu d'aborder l'étude *directe* de cette classe d'équations que nous appellerons, pour abréger, *équations* (P). Les équations (P) sont donc *les équations différentielles dont l'intégrale* $u(z)$ *est une fonction entière de* z, *quelles que soient les constantes d'intégration* (ou conditions initiales).

» L'étude directe des équations (P) paraît difficile; même dans les cas les plus simples, où on les intègre à l'aide des fonctions connues, il paraît malaisé de démontrer *directement* la convergence dans tout le plan du développement de Taylor de l'intégrale. Mais il semble que cette étude promette d'être assez intéressante et assez féconde pour tenter plusieurs chercheurs: c'est pourquoi je me décide à publier quelques remarques élémentaires que j'ai faites sur les équations (P); bien qu'incomplètes, elles pourront peut-être mettre sur la voie de propriétés plus importantes et la question me paraît mériter que tous ceux qui s'y intéressent combinent leurs efforts pour l'élucider.

» Je poserai

$$u(z) = u_0, \quad \frac{du}{dz} = u_1, \quad \frac{d^2u}{dz^2} = u_2, \quad \frac{d^3u}{dz^3} = u_3, \quad \ldots;$$

$$u_x^2 = u_0 x_1^2 + 2u_1 x_1 x_2 + u_2 x_2^2,$$

$$u_x^3 = u_0 x_1^3 + 3u_1 x_1^2 x_2 + 3u_2 x_1 x_2^2 + u_3 x_2^3,$$

$$\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots$$

» Les remarques que je veux résumer ici sont relatives *aux relations simples qu'il y a entre les équations* (P) *et les invariants des formes binaires* u_x^2, u_x^3, ... J'écrirai ces invariants sous la forme symbolique de Clebsch, en introduisant les variables symboliques v, w, s, identiques à u. Quant aux équations différentielles (P), je les écrirai sous la forme suivante : *le premier membre contiendra les termes dont le poids total par rapport aux* u_i *est le plus élevé*. L'importance particulière de ces termes est manifeste et résulte d'ailleurs des travaux de M. Painlevé.

» Je signale d'abord quelques équations (P) dont l'intégrale générale s'obtient aisément et qui peuvent s'écrire

$$(uv)^2 = u_0^2 \mathrm{P}(z), \qquad \mathrm{P}(z) \text{ polynome quelconque;}$$

$$(uv)^4 = \mathrm{A} u_0^2, \qquad \mathrm{A}, \text{ constante;}$$

$$(uv)^2 (vw)^2 (wu)^2 = 0.$$

Les premiers membres de ces équations sont les invariants des formes quadratique et biquadratique, de degrés 2, 2 et 3 et de poids 2, 4 et 6.

» La fonction y, découverte par M. Painlevé et définie par l'équation

$$y'' = 6y^2 + z,$$

est la dérivée logarithmique seconde d'une fonction u vérifiant l'équation

$$(uv)^4 = u_0^2 z.$$

» De même, la fonction méromorphe y de M. Painlevé, définie par l'équation

$$y'' = 2y^3 + xy + \alpha,$$

peut être mise sous la forme du quotient de deux fonctions entières ; la fonction dénominateur vérifie une équation différentielle du troisième ordre, dont le premier membre se réduit à l'invariant $(u\varphi)^2(\varphi s)^2(us)(\varphi\varphi)$ de la forme cubique u_x^3.

» Il est inutile de multiplier les exemples pour se convaincre qu'il y a là un ensemble de faits analytiques dont la raison serait intéressante à connaître ([1]). Hermite disait volontiers que « l'observation attentive des » faits analytiques est la source la plus féconde des découvertes mathéma- » tiques » ; le souvenir de ces paroles m'a encouragé à publier cette Note, bien qu'elle ne contienne que des faits, sans théorie qui les explique. »

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur certaines fonctions thêta et sur quelques-unes des surfaces hyperelliptiques auxquelles elles conduisent.* Note de M. **Traynard**, présentée par M. G. Humbert.

« Lorsqu'on cherche à mettre une fonction périodique de deux variables à quatre périodes sous la forme du quotient de deux fonctions thêta, on est conduit ([2]) à considérer les fonctions $\Pi(U, V)$ qui satisfont aux relations suivantes :

$$\begin{aligned} \Pi(U + 2i\pi, V) &= \Pi(U, V + 2i\pi) = \Pi(U, V), \\ \Pi(U + A, V + B) &= e^{nU+C}\,\Pi(U, V), \\ \Pi(U + A', V + B') &= e^{MnV+C'}\,\Pi(U, V). \end{aligned}$$

» La substitution

$$U' = -\frac{U}{M} + D, \qquad V' = -V + E,$$

D et E étant des constantes convenables, les ramène à des fonctions admettant les périodes

$$(T_M) \qquad \left\{ \begin{array}{cccc} \dfrac{2i\pi}{M}, & 0, & \dfrac{A}{M}, & \dfrac{A'}{M}, \\ 0, & 2i\pi, & B, & B'. \end{array} \right.$$

([1]) Il y aurait lieu de s'occuper aussi des *covariants* des formes binaires, des invariants et des covariants simultanés, etc.

([2]) Voir Painlevé, *Comptes rendus*, 14 avril 1902, p. 813. Voir aussi Appell, *Journal de Mathématiques*, 4e série, t. VII, p. 199.

» Comme d'ailleurs $\frac{A'}{M} = B$, ces nouvelles fonctions sont donc certaines des fonctions thêta aux périodes

$$(T)\qquad \begin{cases} 2i\pi, & 0, & \frac{A}{M}, & B, \\ 0, & 2i\pi, & B, & B'; \end{cases}$$

mais ce ne sont pas les plus générales. On voit que leur ordre est Mn.

» J'ai étudié plus particulièrement les fonctions pour lesquelles $M = 2$, en introduisant des caractéristiques comme pour les fonctions thêta ordinaires; j'ai déterminé leur nombre, leur parité et les demi-périodes qui les annulent. Il est d'ailleurs facile de trouver les résultats analogues pour les diverses valeurs de l'entier positif M.

» En prenant pour coordonnées homogènes d'un point quatre fonctions paires d'ordre r, de caractéristique nulle par rapport au Tableau (T_2) de périodes, on obtient une surface de degré $\frac{r^2}{2}$ au plus, au lieu de r^2 comme pour les fonctions ordinaires. En appelant $\Theta_{00}(u,v)$, $\Theta_{01}(u,v)$, $\Theta_{10}(u,v)$, $\Theta_{11}(u,v)$ les quatre fonctions ordinaires du second ordre (¹), il y en a deux, Θ_{00}, Θ_{01}, qui admettent la période $i\pi$, 0; il faut donc prendre des fonctions du quatrième ordre pour obtenir une surface.

» Il y a six fonctions paires du quatrième ordre qui admettent le Tableau de périodes (T_2); on peut les représenter par

$$\Theta_{00}^2,\quad \Theta_{01}^2,\quad \Theta_{00}\Theta_{01},\quad \Theta_{10}^2,\quad \Theta_{11}^2,\quad \Theta_{10}\Theta_{11}.$$

» La surface la plus générale, obtenue en prenant pour coordonnées homogènes d'un de ses points quatre expressions linéaires par rapport aux fonctions précédentes, est du huitième degré; ce degré s'abaisse d'une unité si les quatre coordonnées sont nulles pour $u = u_0$, $v = v_0$, et de deux unités, si u_0, v_0 est une demi-période ordinaire (²).

» On obtient ainsi des surfaces :

» Du huitième degré à 16 points doubles;

» Du septième degré à 16 et 15 points doubles;

» Du sixième degré à 16, 15 et 14 points doubles;

» Du cinquième degré à 15 et 14 points doubles;

» Du quatrième degré à 14 points doubles.

» Pour obtenir les équations de ces surfaces, j'ai employé la relation

---

(¹) Voir Humbert, *Journal de Mathématiques*, 4ᵉ série, t. IX.

(²) J'entends par là les demi-périodes (11'), (12'), (13'), (14'), (31'), (32'), (33'), (34').

qui lie Θ_{00}, Θ_{01}, Θ_{10}, Θ_{11} sous la forme suivante :

$$a(\Theta_{00}^4+\Theta_{01}^4+\Theta_{10}^4+\Theta_{11}^4)+2b(\Theta_{00}^2\Theta_{01}^2+\Theta_{10}^2\Theta_{11}^2)+2c(\Theta_{00}^2\Theta_{10}^2+\Theta_{01}^2\Theta_{11}^2)$$
$$+2d(\Theta_{00}^2\Theta_{11}^2+\Theta_{01}^2\Theta_{10}^2)+4e\Theta_{00}\Theta_{01}\Theta_{10}\Theta_{11}=0,$$

a, b, c, d, e sont données par les équations

$$a\alpha^3+b\alpha\beta^2+c\alpha\gamma^2+d\alpha\delta^2+e\beta\gamma\delta=0,$$
$$a\beta^3+b\beta\alpha^2+c\beta\delta^2+d\beta\gamma^2+e\alpha\gamma\delta=0,$$
$$a\gamma^3+b\gamma\delta^2+c\gamma\alpha^2+d\gamma\beta^2+e\alpha\beta\delta=0,$$
$$a\delta^3+b\delta\gamma^2+c\delta\beta^2+d\delta\alpha^2+e\alpha\beta\gamma=0,$$

où l'on a posé

$$\frac{\Theta_{00}(0,0)}{\alpha}=\frac{\Theta_{01}(0,0)}{\beta}=\frac{\Theta_{10}(0,0)}{\gamma}=\frac{\Theta_{11}(0,0)}{\delta}.$$

» Une des surfaces les plus intéressantes que j'ai obtenues est celle qui a pour équation :

$$[2A^2(x_1^2+x_2^2)-4AB(x_1x_3+x_2x_4)+4AC(x_1x_4+x_2x_3)+D(x_3^2+x_4^2)$$
$$-4BCx_3x_4+Ex_1x_2]^2$$
$$-e^2(\beta\gamma-\alpha\delta)^4\frac{(\gamma^2\delta^2-\alpha^2\beta^2)^2}{\alpha^2\beta^2\gamma^2\delta^2}[x_1^2x_2^2+2x_1x_2(x_3^2+x_4^2)+(x_3^2-x_4^2)^2]=0.$$

» On a

$$A=(\alpha^2\gamma^2-\beta^2\delta^2)(\alpha^2\delta^2-\beta^2\gamma^2),$$
$$B=2(\alpha^2\beta^2-\gamma^2\delta^2)(\alpha^3\gamma+\beta^3\delta)+\alpha\beta(\beta\gamma+\alpha\delta)(-\alpha^4-\beta^4+\gamma^4+\delta^4),$$
$$C=2(\alpha^2\beta^2-\gamma^2\delta^2)(\alpha\gamma^3+\beta\delta^3)+\gamma\delta(\beta\gamma+\alpha\delta)(-\alpha^4-\beta^4+\gamma^4+\delta^4),$$
$$D=-4a(\alpha^2\gamma^2+\beta^2\delta^2)-8b\alpha\beta\gamma\delta+c(\beta\gamma-\alpha\delta)^2\frac{\gamma^2\delta^2+\alpha^2\beta^2}{\alpha\beta\gamma\delta},$$
$$E=2a(\alpha^2\gamma^2+\beta^2\delta^2)+2b(\alpha^2\delta^2+\beta^2\gamma^2)+c(\beta\gamma-\alpha\delta)^2\frac{\gamma^2\delta^2+\alpha^2\beta^2}{\alpha\beta\gamma\delta}.$$

On a, en outre, les relations :

$$D+e(\beta\gamma-\alpha\delta)^2\frac{\gamma^2\delta^2-\alpha^2\beta^2}{\alpha\beta\gamma\delta}=-2B^2,$$
$$D-e(\beta\gamma-\alpha\delta)^2\frac{\gamma^2\delta^2-\alpha^2\beta^2}{\alpha\beta\gamma\delta}=-2C^2.$$

» Les expressions des coordonnées d'un de ses points sont

$$x_1=(\beta\Theta_{00}-\alpha\Theta_{01})^2-(\delta\Theta_{10}-\gamma\Theta_{11})^2,\quad x_2=(\beta\Theta_{10}-\alpha\Theta_{11})^2-(\delta\Theta_{00}-\gamma\Theta_{01})^2,$$
$$x_2=(\beta\Theta_{10}-\alpha\Theta_{11})(\delta\Theta_{10}-\gamma\Theta_{11}),\quad x_4=(\beta\Theta_{00}-\alpha\Theta_{01})(\delta\Theta_{00}-\gamma\Theta_{01}).$$

Les quatre coordonnées sont nulles pour $u=0$, $v=0$ et $u=\frac{a}{2}$, $v=\frac{b}{2}$.

» La surface est du quatrième degré et a 14 points doubles.

» Chacun des plans $x_1 = 0$, $x_2 = 0$ la coupe suivant une conique, courbe unicursale singulière, et lui est tangent suivant une droite qui contient 3 points doubles.

» Chacun des plans $x_3 = 0$, $x_4 = 0$ la coupe suivant deux coniques dont les points d'intersection sont 4 points doubles.

» J'ai démontré que les courbes algébriques tracées sur ces surfaces s'obtiennent en égalant à zéro une fonction thêta normale paire ou impaire admettant les périodes du Tableau (T_2) avec une caractéristique quelconque. On peut, par cette proposition, arriver à la classification de ces courbes.

» Je poursuis l'étude de ces surfaces par une méthode géométrique qui utilise la relation dont le calcul a déjà montré l'existence entre elles et la surface de Kummer. »

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur les séries entières à coefficients entiers.* Note de M. **Fatou**, présentée par M. Painlevé.

« Les séries entières à coefficients entiers s'introduisent dans un grand nombre de questions d'analyse. On sait, par exemple, qu'une série entière à coefficients rationnels, qui est le développement d'une fonction algébrique, peut être ramenée à avoir *ses coefficients entiers* par le changement de x en Nx (N étant un entier). C'est la forme que l'on peut donner à la célèbre proposition d'Eisenstein [1].

» Je me propose de faire voir que *le rayon de convergence d'une telle série est toujours plus petit que 1, à moins que la fonction algébrique considérée ne se réduise à une fraction rationnelle dont tous les pôles sont des racines de l'unité.* Supposons, en effet, que la série

$$y(x) = a_1 x + a_2 x^2 + \ldots,$$

convergente dans le cercle de rayon 1, représente une branche de fonction algébrique définie d'autre part par l'équation algébrique irréductible

$$F(x, y) = 0.$$

F aura ses coefficients entiers. On pourra donc, en multipliant y par un polynome à coefficients entiers, obtenir une fonction algébrique $z(x)$ qui

(1) Voir Hermite, *Cours lithographié de la Faculté des Sciences.*

reste finie en tout point à distance finie. Soit $\bar{z}(x)$ la branche de cette fonction correspondant à $\bar{y}(x)$; $\bar{z}(x)$ sera également représentée par un développement de Maclaurin à coefficients entiers convergent dans le cercle de rayon 1. Or $z(x)$ étant régulière, sauf en un nombre limité de points où elle reste finie, il résulte de propositions bien connues que la série $\bar{z}(x)$ devrait converger sur le cercle de rayon 1, résultat incompatible avec ce fait qu'elle a ses coefficients entiers; il faut donc que $z(x)$ se réduise à un polynome. Nous arrivons donc à cette conclusion; une fonction algébrique (non rationnelle) représentée par une série entière à coefficients entiers possède au moins un point de ramification à l'intérieur du cercle de rayon 1.

» Quelles sont maintenant les fractions rationnelles auxquelles correspond un développement en série à coefficients entiers de rayon de convergence égal à 1, ce que nous appelons *une série du type* (E)? La solution de cette question est de nature purement arithmétique. Elle repose sur le lemme suivant :

» *Si la fraction rationnelle irréductible* $\frac{f(x)}{g(x)}$ *donne lieu à un développement à coefficients entiers ordonné suivant les puissances ascendantes de* x, *le polynome* $g(x)$ *sera nécessairement à coefficients entiers, son terme constant étant égal à* 1.

» Soit alors A le coefficient du terme du plus haut degré dans $g(x)$; les racines de $g(x)$ devront être $\geqq 1$ en module; le produit des modules étant égal à $\frac{1}{|A|}$, il faut que l'on ait : $A = \pm 1$, et les zéros de $g(x)$, qui sont des entiers algébriques, ont tous l'unité pour module. Ce sont donc, d'après un théorème de Kronecker, des racines de l'unité, et la fraction rationnelle pourra être mise sous la forme

$$\frac{P(x)}{(1-x^n)^m}.$$

» On démontrerait, comme plus haut, que, les fractions rationnelles précédentes étant exclues, une série du type (E) ne peut représenter une intégrale régulière d'une équation différentielle linéaire.

» Les séries du type (E) se rencontrent fréquemment dans la théorie des fonctions elliptiques et dans les applications de l'analyse à la théorie des nombres. Celles de ces séries dont la nature analytique nous est connue ont d'ailleurs leur cercle de convergence comme coupure.

» Je citerai, comme exemple nouveau, la série :

$$x^2 + x^3 + x^5 + \ldots + x^q + \ldots,$$

les exposants de x étant les nombres premiers. Cette série ne rentre dans aucun des types connus de séries non continuables; j'ai pu démontrer cependant qu'*elle a comme points singuliers sur le cercle, toutes les racines de l'unité d'ordre p*, quand p est premier. En réalité, je fais cette démonstration pour la série $\sum \frac{x^q}{q}$, ce qui permet d'utiliser les formules de M. Mertens (*Journal de Crelle*, t. 78) relatives à la distribution des nombres premiers dans la progression arithmétique.

» Il en résulte de là que le procédé de Riemann pour obtenir le prolongement de la fonction $\zeta(s)$ ne s'applique pas à la série $\sum \frac{1}{q^s}$ [étendue aux nombres premiers q (¹)]. »

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur les zéros d'une classe de transcendantes multiformes.* Note de M. **Georges Remoundos**, présentée par M. Émile Picard.

« 1. Dans un travail, qui paraîtra prochainement dans le *Bulletin de la Société mathématique*, nous avons envisagé les fonctions $u(z)$, d'un nombre infini de branches, définies par une équation telle que

$$(1)\quad \sigma_0(u)+\sigma_1(u)A_1(z)+\sigma_2(u)A_2(z)+\ldots+\sigma_\nu(u)A_\nu(z)=F(z,u)=0,$$

où les $\sigma_i(u)$ et $A_i(z)$ désignent des fonctions entières quelconques (²) et nous avons démontré le théorème suivant, en nous appuyant sur un *théorème fondamental de M. Borel* [*Mémoire sur les zéros des fonctions entières* (*Acta mathematica*, t. XX, p. 387)], à savoir :

» *Si* $u_1, u_2, \ldots, u_\nu, u_{\nu+1}$ *désignent* $\nu+1$ *valeurs exceptionnelles de* u, *ne faisant pas partie de l'ensemble* (E) (³), *on aura*

$$\varphi(u_1, u_2, \ldots, u_\nu, u_{\nu+1}) = \begin{vmatrix} \sigma_0(u_1) & \sigma_0(u_2) & \ldots & \sigma_0(u_{\nu+1}) \\ \sigma_1(u_1) & \sigma_1(u_2) & \ldots & \sigma_1(u_{\nu+1}) \\ \ldots\ldots & \ldots\ldots & \ldots & \ldots\ldots\ldots \\ \sigma_\nu(u_1) & \sigma_\nu(u_2) & \ldots & \sigma_\nu(u_{\nu+1}) \end{vmatrix} = 0.$$

(¹) Voir à ce sujet un Mémoire de M. Landau, *Journal de Crelle*, t. 125, p. 102.

(²) A la vérité, j'avais dû supposer que les $A(z)$ sont de genre fini. Mais je me suis aperçu récemment qu'une importante proposition de M. Borel m'affranchit de toute restriction.

(³) L'ensemble E comprend toutes les valeurs de u, pour lesquelles $F(z, u)$ est une constante.

» Cette propriété montre que l'ensemble $(\mathcal{E})$ des valeurs exceptionnelles, quand il n'est pas fini, est *dénombrable* et nous donne, de plus, des renseignements sur leur fréquence. C'est ainsi que l'exposant de convergence de la suite des $(\mathcal{E})$, rangées par module croissant, ne saurait jamais dépasser le plus grand des *ordres apparents* des fonctions $\sigma(u)$.

» 2. Envisageons maintenant la fonction $u(z)$ définie par une équation de la forme

$$(2) \qquad \Phi(z, u) = A_0(z) + A_1(z)u + A_2(z)u^2 + \ldots + A_n(z)u^n + \ldots = 0,$$

et supposons que l'ordre de grandeur $M_n(r)$ de la fonction entière $A_n(z)$ décroît notablement, lorsque n croît indéfiniment, de sorte que, si $M(r)$ désigne le plus grand des ordres de grandeur des $A_i(z)$, l'on puisse trouver une valeur ν assez grande de n, telle qu'on ait

$$(3) \qquad [\log M_n(r)]^2 < \log M(r) \qquad (n \geqq \nu),$$

à partir d'une valeur de r ou, du moins, pour une infinité de valeurs d'étendue totale assez grande (voir le Mémoire plus haut cité de M. Borel). La même méthode, grâce au théorème précité, nous permet de constater aisément que le nombre des valeurs exceptionnelles est bien *fini* et il ne dépasse pas $3\nu - 1$, l'infini compris.

» Ce nombre $3\nu - 1$ est formé :

» 1° Des valeurs de u pour lesquelles $\Phi(z, u)$ a un ordre de grandeur inférieur à $M(r)$, et dont le nombre est au plus égal à ν, l'infini compris;

» 2° Des $u_1, u_2, u_3, \ldots, u_\nu$, valeurs fixes, dont nous partons;

» 3° Des $\nu - 1$ valeurs possibles de $u_{\nu+1}$, parce que notre méthode montre que, lorsqu'on se donne $u_1, u_2, \ldots, u_\nu$, la valeur $u_{\nu+1}$ doit satisfaire à une équation algébrique de degré $\nu - 1$.

» Voici deux exemples où l'on se rend immédiatement compte de l'intérêt théorique et pratique de nos considérations :

$$\text{I.} \qquad e^z(1 + u) + \frac{1}{2}e^{z^{\frac{1}{2}}}u^2 + \frac{1}{3!}e^{z^{\frac{1}{3}}}u^3 + \ldots + \frac{1}{n!}e^{z^{\frac{1}{n}}}u^n + \ldots = 0;$$

ici on a $\nu = 2$, et le nombre des valeurs exceptionnelles est au plus égal à 5.

» II. Soit l'équation

$$q_1(u)A_1(z) + q_2(u)A_2(z) + \ldots + q_\nu(u)A_\nu(z) + \sigma(u)A(z) = 0,$$

où les $q_i(u)$ désignent des polynomes de degré au plus égal à m, tandis

que $\sigma(u)$ représente une fonction entière. Supposons que l'on ait

$$[\log\mu(r)]^2 < \log M(r),$$

$M(r)$ étant le plus grand des ordres de grandeur des fonctions entières $A_1(z), A_2(z), \ldots, A_\nu(z)$ et $\mu(r)$ celui de $A(z)$.

» Des raisonnements analogues nous conduisent à la *conclusion* que le nombre des valeurs exceptionnelles de $u(z)$ est égal au plus à $\nu + 2m + 1$, l'infini compris (¹).

» 3. Des cas analogues se présentent toutes les fois où, dans l'équation génératrice

$$f(z, u) = \sigma_1(u) A_1(z) + \sigma_2(u) A_2(z) + \ldots + \sigma_n(u) A_n(z) = 0,$$

figurent des fonctions $\sigma(u)$, qui sont des polynomes, et dont les coefficients ont un ordre de grandeur notablement supérieur à celui des autres $A_i(z)$ (conformément aux conditions du théorème de M. Borel).

» Ces résultats intéressants montrent le rôle capital que le théorème de M. Borel est appelé à jouer tout naturellement dans toutes les questions de ce genre.

» *On a des classes étendues de fonctions, d'un nombre infini de branches, n'admettant qu'un nombre fini de valeurs exceptionnelles.* »

SPECTROSCOPIE. — *Sur les spectres de flammes des métaux alcalins.* Note de M. C. DE WATTEVILLE, présentée par M. Lippmann.

« Dans une Note précédente (²) j'indiquais les conclusions générales auxquelles m'a conduit l'étude des spectres métalliques obtenus dans la flamme du mélange de gaz d'éclairage et d'air chargé de sels par la méthode du pulvérisateur. Je me propose de faire connaître aujourd'hui

---

(¹) Il y a des cas où, à ces valeurs, viennent s'en associer d'autres aussi exceptionnelles et qui seront appelées *équivalentes aux premières* et dont le nombre est aussi *fini*. Deux valeurs u_1 et u'_1 seront dites *équivalentes*, lorsque le rapport

$$f(z, u_1) : f(z, u'_1)$$

est une fonction rationnelle. J'en ferai une étude plus complète dans un Mémoire étendu.

(²) *Comptes rendus* du 29 décembre 1902.

les résultats particuliers aux métaux alcalins (lithium, sodium, potassium). Les spectres de flammes de ces métaux se composent des raies de longueurs d'onde suivantes :

» *Lithium* : 6708, 6103, 4972, 4602, 4273, 4132, 3915, 3794, 3232, 2741, 2562.

» *Sodium* : 5896-5890; 5688-5682; 4983-4979; 4669-4665; 4500-4994; 3303-3302; 2852.

» *Potassium* : 7699-7665; 5832-5812-5802-5782; 5359-5343-5340-5323; 5112-5099-5097-5084; 4965-4956-4952-4943; 4870-4863-4856-4850; 4047-4044; 3447-3446; 3217.

» L'examen des photographies de ces spectres révèle une particularité intéressante. Au point de vue de leur intensité, on peut grouper les raies de ces métaux en deux catégories principales : celles qui sont également fortes dans toutes les parties de la flamme et celles qui sont manifestement plus intenses dans le bas de la flamme (c'est-à-dire à la hauteur du noyau qui émet le spectre de Swan) que dans la région supérieure. Il se trouve que les raies de la première catégorie sont celles qui appartiennent à la série principale de l'élément considéré, tandis que celles du second groupe se rangent parmi les séries secondaires.

» On peut faire rentrer, en effet, dans la première catégorie, les éléments de la série principale donnés par les nombres $n = 3$, 4, 5 et 6 pour le lithium, $n = 3$, 4 et 5 pour le sodium, $n = 3$, 4, 5 et 6 pour le potassium. Ces raies ont pour caractère commun, non seulement d'avoir une égale intensité dans toute leur longueur, mais encore de prédominer beaucoup sur toutes les autres par leur éclat dans le spectre.

» Dans la seconde catégorie, on trouve les termes $n = 3$, 4, 5, 6 et 7 de la première série secondaire du lithium, $n = 4$, 5, 6, 7 de la deuxième série secondaire du sodium, $n = 5$, 6, 7, 8, 9 des deux séries secondaires du potassium.

» Les raies du lithium dont on obtient la longueur d'onde en faisant $n = 4$ et 5 dans la formule de la deuxième série secondaire du spectre de ce métal, ont une hauteur très peu différente de celle du noyau.

» La première série secondaire du sodium n'est pas représentée dans son spectre de flamme. L'intensité des raies d'une même série va d'ailleurs en décroissant avec la longueur d'onde de ces raies.

» Ces résultats permettent de supposer que la flamme est divisée en régions n'émettant chacune qu'un groupe de raies. L'expérience confirme cette hypothèse. Si l'on projette, à l'aide d'une lentille à court foyer, une image de *toute la flamme* assez petite pour que sa hauteur totale soit inférieure à celle de la fente du spectroscope, on observe, par exemple dans le

cas du potassium, que le spectre est divisé longitudinalement d'une façon très nette en trois bandes parallèles. Dans la région inférieure qui correspond au cône bleu, on trouve, avec le spectre de bandes du carbone, toutes les raies du métal. A la limite supérieure de la bande moyenne, on voit s'arrêter les cinq groupes de quatre raies extrêmement voisines qui appartiennent aux deux séries secondaires du potassium. C'est au niveau de cette zone du spectre que s'arrête également, limité horizontalement d'une façon très nette, le spectre continu dont est accompagné le spectre de lignes du métal. La troisième région horizontale correspondant aux parties les plus hautes de la flamme, ne contient que les très fortes raies de la série principale se détachant sur un fond complètement obscur. Les différentes régions de la flamme n'émettent donc qu'un groupe de raies reliées entre elles par une formule numérique : l'existence de cette relation conduit à envisager la possibilité d'un état physique ou chimique particulier du métal, dans chacune de ces régions.

» Cette division de la flamme en zones doit être rapprochée du fait analogue découvert par M. Lenard ([1]) dans l'arc où il a constaté, par un procédé élégant, l'existence de plusieurs flammes élémentaires qui s'enveloppent, et dont chacune n'émet également qu'une série particulière de raies.

» Enfin, dans ses expériences sur l'étincelle, M. Semenov ([2]) a constaté que les raies du spectre de l'étincelle peuvent, dans certaines conditions, présenter une solution de continuité en leur milieu, et, de plus, que, si les électrodes sont de métaux différents, c'est le spectre de chacun d'eux qui prend seul naissance au contact de l'électrode correspondante. On observe, en outre, que les raies ainsi coupées en leur milieu présentent entre elles de notables différences dans leur longueur comptée à partir de l'électrode. M. Semenov, en diminuant la distance explosive, a vu ces portions de raies s'allonger, en même temps que la température augmentait assez pour déterminer la fusion des électrodes. Ces faits permettent peut-être de voir également dans l'étincelle des couches de vapeur entourant l'électrode, couches dans chacune desquelles le métal serait aussi dans un état particulier. On aurait ainsi une similitude entre le mode d'émission des raies par la flamme, l'arc et l'étincelle.

» Cet ensemble de phénomènes donne en outre, à ce qu'il semble, un

([1]) *Annalen der Physik*, n° 7, 1903, p. 636.

([2]) *Comptes rendus* du 14 avril 1903.

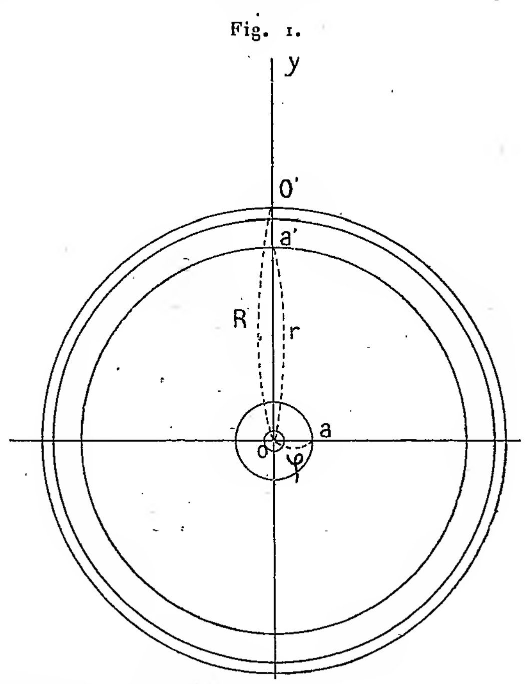
appui à la théorie qui veut que la production des raies spectrales soit d'ordre purement calorifique. Cette théorie explique, en particulier, pourquoi, d'après M. Lenard, on trouve dans l'arc, dont la température est plus élevée que celle de la flamme, plus de zones élémentaires, c'est-à-dire plus d'états spéciaux dans lesquels l'atome est susceptible d'émettre une série donnée de raies, que n'en présente la flamme. »

PHYSIQUE. — *Sur la fonction qui représente le grossissement des objets vus à travers un cône de cristal* (¹). Note de M. C. CHABRIÉ, présentée par M. Moissan.

« Dans une Note présentée à l'Académie dans sa dernière séance, j'ai expliqué le dispositif optique qui permet, lorsque l'on examine un disque lumineux d'un rayon déterminé que nous appellerons ρ, d'obtenir pour image de ce disque une portion de plan comprise entre deux circonférences concentriques dont nous représenterons les rayons par R et par r.

» Si nous projetons orthogonalement le cercle-objet sur le plan de l'image, les circonférences de rayons R, r et ρ seront concentriques et, si nous prenons comme axes de

Fig. 1.



coordonnées deux diamètres rectangulaires, nous pourrons convenir de compter sur

(¹) Voir C. CHABRIÉ, *Comptes rendus*, t. CXXXVIII, 1904, p. 265.

l'axe des x les longueurs représentant les rayons des circonférences décrites du point O comme centre sur la surface du cercle-objet et de compter sur l'axe des y les longueurs des rayons des circonférences qui correspondent dans l'image à celles tracées sur l'objet (voir *fig.* 1).

» Nous savons que, pour $x = 0$, nous aurons $y = R$ et que, pour $x = \rho$, nous aurons $y = r$.

» Pour $x = \frac{\rho}{4}$, nous aurons

$$y = r + (R - r)(1 - \tfrac{1}{4})$$

et, plus généralement, pour $x = \frac{\rho}{n}$, nous aurons

$$y = r + (R - r)\left(1 - \frac{1}{n}\right).$$

» Éliminons n entre cette dernière équation et $x = \frac{\rho}{n}$, il vient

$$y = r + (R - r)\left(1 - \frac{x}{\rho}\right)$$

ou mieux

$$y = R - \frac{x}{\rho}(R - r).$$

» Telle est la fonction qui relie les dimensions comptées sur une circonférence de l'image à celles comptées sur la circonférence correspondante de l'objet. C'est une droite qui coupe l'axe des y à une distance R de l'origine et qui coupe l'axe des x à une distance

$$\rho \frac{R}{R - r} \quad (^1).$$

» Mais comme x ne peut varier que de o à ρ, puisque la circonférence prise sur le cercle-objet ne peut avoir un rayon supérieur à celui de ce cercle, les points de la droite représentés par notre équation sont seulement ceux compris entre A et M sur la figure.

» La pente de la droite est négative, puisque l'image croît quand l'objet décroît.

» Le grossissement est variable suivant que l'on considère une circonférence plus ou moins rapprochée du centre. C'est donc une fonction de x. Nous l'appellerons Y, et nous aurons

$$Y = \frac{y}{x} = \frac{R}{x} - \frac{R - r}{\rho}.$$

» L'équation diffère par une constante de celle d'une hyperbole rap-

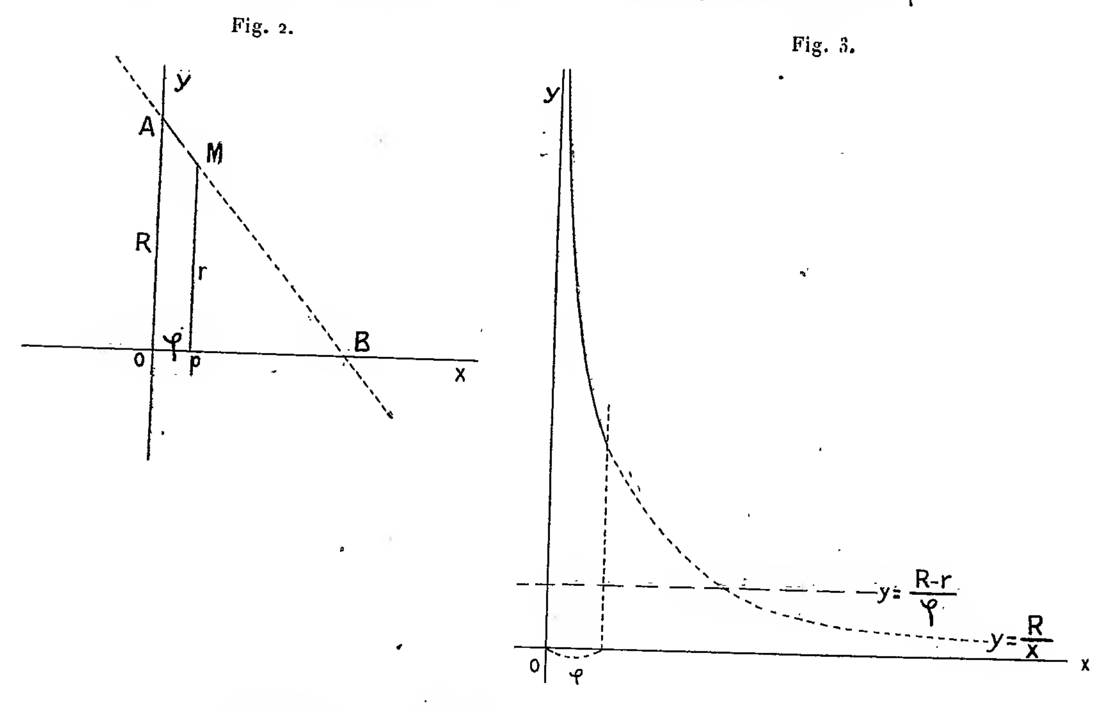
(1) Voir figure 2.

portée à ses asymptotes et ayant pour équation

$$Y = \frac{R}{x},$$

pour $x = 0$, $Y = +\infty$, et, pour $x = \rho$, $Y = \frac{r}{\rho}$.

» Enfin, la seule partie de la courbe à considérer est celle qui correspond aux parties se rapportant aux valeurs de x comprises entre 0 et ρ.



» Il sera facile de construire la longueur représentant le grossissement pour les longueurs comptées sur une circonférence donnée, découpée sur l'objet et concentrique à cet objet, lorsqu'on aura mesuré les grandeurs R, r et ρ données par l'expérience.

» On tracera l'hyperbole $y = \frac{R}{x}$; on mènera une parallèle $y = \frac{R - r}{\rho}$ à l'axe des x, et l'on prendra, pour les valeurs des grossissements correspondant aux diverses valeurs de x la portion des ordonnées comprises entre la courbe $y = \frac{R}{x}$ et cette parallèle (voir *fig.* 3).

» Je dirai prochainement quels sont les résultats pratiques que j'ai obtenus avec l'appareil dont j'ai exposé le principe. »

ÉLECTRICITÉ. — *Sur l'effet magnétique des courants de convection.* Note de M. C. GUTTON.

« Dans une Note précédente j'ai décrit des expériences qui montrent que des taches de sulfure phosphorescent deviennent plus visibles quand on les place dans un champ magnétique non uniforme (¹). Cette augmentation d'éclat de la phosphorescence est encore visible dans des champs magnétiques très faibles et la sensibilité de cette méthode est assez grande pour montrer l'effet magnétique des courants de convection.

» Un écran phosphorescent est posé sur une grande feuille de plomb reliée au sol. Un bâton d'ébonite électrisé, immobile, placé sous la feuille de plomb est sans action sur l'écran phosphorescent, mais si l'on éloigne ou si l'on approche brusquement le bâton d'ébonite, la phosphorescence devient plus visible. Une augmentation d'éclat s'observe encore, quand on agite ou quand on fait tourner le bâton d'ébonite autour de son axe. Un bâton d'ébonite non électrisé est sans action.

» Quand il n'y a pas de feuille de plomb entre l'ébonite et l'écran phosphorescent, on constate une action de l'ébonite électrisée au repos. Un corps électrisé semble, en effet, émettre des rayons N, qui ne sont pas arrêtés par une feuille d'aluminium. Dans les expériences précédentes, la feuille de plomb sert à arrêter ces rayons.

» Des courants de conduction pourraient être dus à un entraînement de la charge par influence de la feuille de plomb. Pour éliminer en toute certitude les courants de conduction, j'ai produit le courant de convection, comme dans l'expérience de Rowland, en faisant tourner un disque électrisé.

» Un condensateur plan est formé de deux disques en zinc, de 16^{cm} de diamètre, placés verticalement à 1^{cm} de distance. L'un de ces disques est fixé à l'extrémité d'un arbre horizontal, qui peut tourner sur deux coussinets. Il est constamment mis en communication avec le sol par une bague de cuivre contre laquelle frotte un balai. Le second disque est porté par un support en ébonite, il est relié à l'un des pôles d'une machine électrique dont l'autre pôle est au sol. La machine électrique est assez éloignée pour ne pas produire d'action. Des pointes disposées sur ses conducteurs, ou des ficelles les réunissant, permettent de limiter la différence de potentiel entre les disques.

» L'écran phosphorescent est placé devant le disque fixe, et en est séparé par une feuille de plomb reliée au sol. Sa distance au disque mobile est de $2^{cm},5$. Une longue

(¹) M. Guéritot à Nancy, M. Jégou à Paris, sans avoir eu connaissance de ces expériences, ont constaté une action des aimants et des courants sur le sulfure phosphorescent et ont fait part à M. Blondlot de leurs observations.

courroie transmet au disque le mouvement d'une dynamo. J'ai vérifié qu'étant placée suffisamment loin, elle produit, au voisinage de l'écran, un champ magnétique assez faible et assez uniforme pour ne pas exercer d'action.

» J'ai fait les expériences suivantes :

» 1° Le disque relié au sol étant en mouvement, l'éclat du sulfure phosphorescent est plus grand quand le condensateur est chargé que quand il est déchargé. La charge ou la décharge du condensateur sont sans effet quand le disque est au repos.

» 2° Le condensateur restant constamment chargé, on observe une augmentation d'éclat quand on fait tourner le disque et une diminution quand on l'arrête.

» Si le condensateur n'est pas chargé, la mise en mouvement ou l'arrêt du disque sont sans effet. On n'observe donc d'action que quand le disque est à la fois chargé et en mouvement, c'est-à-dire quand il y a un courant de convection.

» On constate qu'il est préférable de mettre l'écran phosphorescent, non sur l'axe du disque, mais devant son bord. Cela tient à ce que l'action du champ magnétique est d'autant plus grande que ce champ est moins uniforme; or c'est au bord du disque que les surfaces de niveau magnétique sont le plus courbées.

» J'ai vérifié qu'un courant de conduction dans une spire de fil disposée contre le disque mobile agissait sur la substance phosphorescente laissée en place. Un courant de $\frac{1}{600000}$ d'ampère dans une spire de 13^{cm} de diamètre produit encore une action visible. Dans une des expériences sur le courant de convection, le disque faisait 22 tours par seconde, la différence de potentiel mesurée par la longueur d'étincelle était d'environ 30 unités électrostatiques. Le courant de convection qu'on en déduitt était de $\frac{1}{280000}$ d'ampère. Cette intensité est double de celle qu'on peut observer avec un courant de conduction, ce qui confirme que l'effet observé est bien dû au courant de convection.

» Pour être certain qu'il n'y avait pas de courants de conduction dus à un entraînement de la charge du disque fixe, j'ai répété l'expérience avec des disques divisés en 12 secteurs par des coupures radiales. Le résultat est resté le même.

» Un écran phosphorescent peut donc, par une augmentation d'éclat, déceler l'existence de l'effet magnétique des courants de convection. On est débarrassé des difficultés expérimentales, qui proviennent de l'instabilité des systèmes astatiques; toutefois, l'expérience ne peut, actuellement, se prêter à des mesures. »

ÉLECTRICITÉ. — *Nouvelle théorie des machines à influence.* Note de M. V. SCHAFFERS.

« Les théories existantes sur le fonctionnement des machines électrostatiques à influence sont notoirement insuffisantes :

» 1° Elles n'expliquent pas l'*augmentation des charges*. En effet, elles invoquent pour cela l'apport incessant de nouvelles quantités d'électricité par les réactions réciproques. Or, cette raison est manifestement inadéquate, parce qu'un corps électrisé ne prend pas des quantités quelconques d'électricité qu'on peut lui présenter, mais seulement celles qui sont à un potentiel supérieur au sien propre, sauf dans le cas du cylindre de Faraday.

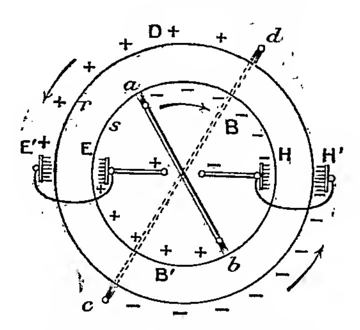
» 2° Une fois cette augmentation admise, les théories ordinaires ne sauraient assigner de cause à sa *limitation*. En effet, comme elle résulte de la situation relative des divers organes, et que cette situation est invariable, le processus, une fois amorcé, devrait durer indéfiniment. D'ordinaire, on a recours aux déperditions. Mais cela ne suffit certainement pas, puisque la présence d'un conducteur diamétral sur les machines à inducteurs fixes augmente la longueur d'étincelle, alors qu'elle n'a aucun rapport avec l'importance des fuites.

» La considération de la variation de capacité (et conséquemment de potentiel) par unité de surface dans la rotation des plateaux résout ces difficultés.

» Dans les machines à inducteurs fixes, la capacité par unité de surface est maximum devant chaque armature. Au delà, elle décroît rapidement, et par conséquent le potentiel s'y élève en raison inverse. C'est précisément dans ces régions de potentiel maximum que l'on place les organes de recharge de l'armature opposée; et voilà pourquoi cette armature voit croître sa charge.

» Si elle ne la voit pas croître indéfiniment, c'est que les charges de signe contraire fournies au plateau par les collecteurs se portent au-devant de l'électricité que leur amène la rotation, et s'avancent d'autant plus loin que les potentiels déjà atteints sont plus élevés. Mais cette avance des nappes d'inversion *modifie la distribution*, et fait, en particulier, rétrograder la région de potentiel maximum. Les organes de recharge des inducteurs finissent alors par se trouver à un potentiel qui n'est plus supérieur à celui de leurs armatures, et la charge devient stationnaire. L'addition du conducteur diamétral, en reportant plus loin les changements de signe, ramène les potentiels maximums devant les organes de recharge des armatures, et les y maintient. C'est alors seulement que les pertes interviennent pour limiter l'accroissement ultérieur.

» Les machines à rotations inverses se trouvent, au point de vue de l'accroissement des charges, dans le cas d'un condensateur formé de deux armatures de surface inégale. Pour abréger, on pourrait l'appeler un *condensateur incomplet*. Dans un pareil système, la petite armature aura, par unité de surface, une densité de charge plus grande que l'autre, et, par suite, quand on les séparera, un potentiel plus élevé en valeur absolue. Or, il est facile de voir que chaque moitié de conducteur diamétral charge la



petite armature d'un condensateur incomplet, et que la charge plus dense ainsi produite se trouve répartie, aussitôt après, de manière à constituer la grande armature au point où agit le conducteur diamétral opposé. Ainsi, a charge aB à une densité supérieure à celle de EDd, d charge dD à une densité supérieure à celle de aBH, et ainsi de suite.

» La limite, ici encore, est fixée par l'avance des nappes d'inversion. Quand les extrémités de ces nappes arrivent en regard l'une de l'autre, par exemple quand celle de E' parvient en r et celle de a en s, les deux armatures du condensateur sont devenues sensiblement égales. Les densités le sont aussi, et dès lors le gain est nul. »

ÉLECTRICITÉ. — *Sur la relation qui existe entre les variations brusques de la réluctance d'un barreau d'acier aimanté soumis à la traction et la formation des* lignes de Lüders. Note de M. L. **Fraichet**.

« L'apparition d'une ligne sur la surface d'une éprouvette d'acier soumise à la traction semble correspondre exactement à une variation brusque de la réluctance du barreau, et il ne semble guère douteux que ce soit la même cause qui produise ces deux phénomènes.

» Pendant tout le temps que l'on observe la formation de nouvelles lignes, la variation de la réluctance du barreau est discontinue et inverse-

ment; aussitôt que la variation de la réluctance redevient continue, on n'observe plus la formation d'aucune ligne nouvelle. Nous avons vérifié cette corrélation entre les deux phénomènes sur des éprouvettes d'acier de nuances diverses ou ayant subi des traitements très différents.

» Un barreau d'acier doux recuit laisse apparaître des lignes nombreuses et très accusées pendant la période de sa traction comprise entre sa limite d'élasticité et sa *charge de plasticité;* nous avons montré dans une Note précédente que les variations brusques de la réluctance étaient également nombreuses et très accusées dans ce même intervalle.

» Un barreau d'acier dur recuit ne manifeste généralement qu'un petit nombre de lignes souvent à peine visibles; la variation de sa réluctance ne présente que de légères discontinuités.

» Enfin, nous avons exposé que la variation de la réluctance d'un barreau ayant subi une trempe énergique, de même que celle d'un barreau qui a été écroui préalablement par une traction poussée au delà de sa *charge de plasticité* étaient toujours continues; nous n'avons *jamais* observé la formation d'aucune ligne pendant toute la durée de la traction de l'un ou l'autre de ces barreaux. »

PHYSICO-CHIMIE. — *Remarques au sujet d'une Note* « *Sur l'osmose* » *de M.* A. Guillemin. Note de M. **A. Ponsot**, présentée par M. Lippmann.

« Je demande la permission d'exposer d'abord que, dans mes *Recherches sur la congélation des dissolutions étendues* (1), j'ai rappelé que MM. Gouy et Chaperon, considérant dans un espace clos un tube ouvert à sa partie supérieure et contenant une solution aqueuse en relation osmotique avec de l'eau pure par une paroi semi-perméable placée à la base du tube, ont admis *que l'équilibre osmotique existant, il devait y avoir aussi équilibre de distillation.*

» Développant les propriétés de cet équilibre osmotique, j'ai montré qu'il devait exister à un niveau quelconque, entre la solution et la vapeur, séparées par une paroi semi-perméable pouvant même comprendre le tube osmotique tout entier (2).

» Plus tard (3) j'émis l'opinion suivante au sujet de la nature du phénomène ayant

---

(1) Page 88.
(2) Page 90.
(3) *Comptes rendus,* 19 octobre 1896.

son siège dans une paroi semi-perméable : une paroi semi-perméable, tout en étant rigide, a le même rôle qu'un gaz; *il s'établit à travers sa masse une véritable distillation, tant que la tension de vapeur du corps qui la traverse n'est pas égale d'un côté et de l'autre de cette paroi.*

» Généralisant ensuite, j'ai écrit (¹) : deux mélanges émettant un corps avec la même force élastique F sont en équilibre osmotique relativement à ce corps; si le corps sort de chaque mélange avec des valeurs de F différentes, il n'y a pas équilibre osmotique; le sens du passage étant fixé *a priori*, il correspond à une chute de pression.

» Je peux faire remarquer maintenant que M. Guillemin (²), après avoir émis sur le même équilibre osmotique des considérations à peu près identiques et s'enchaînant dans le même ordre, est arrivé à tirer des conclusions dont on reconnaîtra sans peine la similitude avec celles que je viens de rappeler.

» J'ajouterai que mes idées théoriques sur l'osmose n'ont pas été mentionnées dans des Ouvrages récents sur les théories physico-chimiques et même dans des Traités ou Rapports consacrés spécialement à ce phénomène. Ce qui m'engage à les compléter par de nouvelles explications.

» Soit une solution aqueuse d'un corps quelconque enfermée dans un vase, dont une portion de paroi est seulement perméable à l'eau; soit P la pression exercée sur cette solution. Cette pression pourra être : 1° positive, et alors on lui donnera, au moins théoriquement, telle valeur qu'on voudra; 2° négative, on la réalisera seulement pour de faibles valeurs absolues de P, mais, théoriquement, on pourra lui supposer une valeur quelconque.

» A chaque pression P correspond une tension maximum de la vapeur, f, émise à travers la paroi semi-perméable, soit dans le vide, soit dans un milieu gazeux convenablement choisi. Dans ce dernier cas, la tension f pourra atteindre une valeur d'autant plus grande que la pression propre du gaz sera plus grande (³).

» On a, pour une même solution,

$$K = \frac{dV}{de_P} \qquad K\,dP = v\,df$$

V étant le volume de la solution, e le poids de l'eau qu'elle renferme, v le volume spécifique de la vapeur d'eau sous la pression f.

(¹) *Comptes rendus*, 17 janvier 1898.
(²) *Comptes rendus*, 4 janvier 1904.
(³) *Comptes rendus*, 19 octobre 1896.

» De même, dans un autre vase, on pourra considérer de l'eau liquide, sous une pression p et émettant de la vapeur avec une tension f; on a

$$u' dp = v df,$$

u' étant le volume spécifique de l'eau sous la pression p.

» Si la vapeur d'eau sortant des deux vases peut se répandre dans le même espace clos, d'abord vide ou contenant un gaz, il y aura équilibre osmotique, lorsque, dans cet espace qui les sépare, la solution et l'eau émettront de la vapeur avec une même tension f. Dans le cas contraire l'équilibre n'existera pas : *l'eau traversera chaque paroi semi-perméable, non sous l'état liquide, mais sous l'état gazeux, comme dans l'atmosphère qui sépare les deux vases.*

» A l'équilibre, $P - p$ étant, par définition, la pression osmotique, on a

$$d(P - p) = \frac{u' - K_P}{K_P} dp.$$

» De ces relations et des idées théoriques énoncées plus haut découlent des conséquences connues, ou faciles à énoncer.

» Je ferai remarquer simplement, qu'à une même température, si deux solutions ont même tension de vapeur, ou sont en équilibre osmotique, elles n'ont même pression osmotique que si elles sont soumises à la même pression P.

» Quand on parle de la pression osmotique d'une solution, on devrait indiquer la pression à laquelle cette solution est soumise, ou la pression exercée sur l'eau avec laquelle elle est en équilibre osmotique; et quand on parle de la tension de vapeur d'une solution, on devrait spécifier à quelle pression cette solution est soumise, quand cette pression n'est pas uniquement celle de la vapeur qu'elle émet dans le vide. Lorsqu'une solution est en équilibre osmotique avec la vapeur de son dissolvant, dont la tension est $\mathfrak{F}$, si l'on accroît cette tension de $d\mathfrak{F}$, en posant comme condition que le volume de la solution restera invariable, une certaine quantité de ce dissolvant entre dans la solution; et, à l'équilibre, on a entre $d\mathfrak{F}$, dP et dp les mêmes relations que les précédentes, où K_P est remplacé par K_p ou $K_{\mathfrak{F}}$ et égal à $\frac{dV}{de_{\mathfrak{F}}}$. »

ÉLECTROCHIMIE. — *Sur l'emploi du courant alternatif en électrolyse.* Note de MM. **André Brochet** et **Joseph Petit**, présentée par M. H. Moissan.

« Il est généralement admis que l'électrolyse ne peut avoir lieu que sous l'influence du courant continu.

» Il semble évident, *a priori*, que si l'on emploie le courant alternatif la réaction produite pendant une demi-période est détruite pendant la demi-période suivante. Il n'en est pas toujours ainsi et un grand nombre de recherches ont été entreprises sur ce sujet, recherches limitées le plus souvent aux voltamètres à gaz ou à cuivre et n'ayant pas donné de résultats bien encourageants. Parmi les auteurs qui se sont occupés de la question, citons : de la Rive, S.-W. Thomson, Kohlrausch, Ayrton et Perry, Maneuvrier et Chappuis, Lowrie Hall, Drechsel, Kennelly, Perrine, Lynd, Mengarini, Favero, Malagoli, Margules, Ruer, Richards et Rœpper, Le Blanc et Schick, Burgess et Hambuecher, Erdman, Gerdès, etc.

» La plupart d'entre eux, soit par des considérations théoriques, soit à la suite de recherches expérimentales, sont arrivés aux conclusions suivantes : 1° les réactions provoquées par le courant alternatif se font d'autant mieux que la densité de courant aux électrodes est plus élevée et la fréquence plus petite; 2° les électrodes des voltamètres sont rapidement altérées ou détruites.

» Seuls Richards et Rœpper (¹) ont eu en vue la fabrication industrielle d'un produit, le sulfure de cadmium, par électrolyse d'une solution d'hyposulfite de soude au moyen d'électrodes en cadmium. Dans les conditions de nos essais, cette réaction se produit, il est vrai, mais avec un rendement insignifiant.

» Le courant, dans les expériences précitées, était produit le plus souvent par de petites machines de laboratoire, ayant des constantes tout à fait spéciales et rendant de ce fait difficiles l'établissement et la comparaison des résultats.

» La présente série de recherches a été faite en utilisant le courant du Secteur électrique de la Rive gauche qui est à la fréquence 42. Nous avons l'avantage d'avoir un courant sensiblement constant, d'une fréquence bien déterminée de l'ordre de grandeur de celles couramment employées dans l'industrie. Le courant était transformé au moyen d'une bobine de réactance, nous permettant d'utiliser la tension sous un multiple de 7 volts environ.

» Comme on ne connaît pas encore exactement, d'une part, le rôle que joue un appareil d'électrolyse quelconque dans un circuit alternatif, et, d'autre part, la quantité totale d'électricité entrant en jeu dans une opéra-

---

(¹) *Trans. of Amer. electroch. Soc.*, t. I, 1902, p. 221.

tion, nous n'avons pu exprimer nos rendements d'une façon exacte comme dans le cas du courant continu. Néanmoins, pour fixer nos idées, nous avons supposé que nous pouvions, en première approximation, dans le cas de ce courant, appliquer la loi de Faraday et que la quantité totale d'électricité agissait; de plus, nous avons calculé nos rendements en ampère-heures moyens dans l'hypothèse du courant sinusoïdal parfait en posant

$$(1) \qquad I_{\text{moyen}} = \frac{2\sqrt{2}}{\pi} I_{\text{efficace}} = 0,90\, I_{\text{efficace}},$$

I_{efficace} étant donné par un ampèremètre thermique.

» Dans un travail intéressant sur la dissolution de certains métaux, particulièrement du cuivre, dans le cyanure de potassium sous l'influence du courant alternatif, Le Blanc et Schick ([1]), en faisant varier la fréquence par minute de 0,5 à 20 000, ont montré que le rendement, presque quantitatif au début, tendait vers zéro.

» Ils employaient à cet effet un commutateur changeant périodiquement le sens d'un courant continu et transformant celui-ci en une série de courants également continus, c'est-à-dire, à intensité constante, successivement positifs et négatifs. Ce n'était donc pas, à proprement parler, du courant alternatif, tel qu'on l'entend généralement, dans lequel l'intensité varie suivant une fonction périodique continue du temps.

» Il en résultait que leur ampèremètre électromagnétique placé dans le circuit continu et leur ampèremètre thermique placé dans le circuit alternatif fournissaient les mêmes indications, c'est-à-dire que l'on avait $I_{\text{moyen}} = I_{\text{efficace}}$ et non la relation (1).

» Nous avons comparé l'effet du courant sinusoïdal au courant produit par Le Blanc et Schick en nous plaçant autant que possible dans des conditions identiques et nous avons trouvé, au sujet de la dissolution du cuivre dans le cyanure de potassium, des résultats analogues aux leurs, à cette différence près que nos rendements, du même ordre de grandeur, étaient plus faibles.

» Cherchant l'application du courant alternatif nous avons déterminé la limite de solubilité du cuivre, laquelle correspond à 1 molécule-gramme pour 8 molécules-grammes de cyanure de potassium. La réaction qui se produit est la suivante :

$$Cu^2 + 8KCy + 2H^2O = Cu^2Cy^2,6KCy + 2KOH + H^2.$$

([1]) *Zeitsch. für Elektroch.*, t. IX, 1903, p. 636.

Nous avons pu ainsi obtenir en abondance le cyanure de cuivre et de potassium répondant à la formule $Cu^2Cy^2, 6KCy$.

» Le rendement ne décroît que lentement et c'est seulement lorsque le liquide est presque saturé de cuivre que la chute est brusque. La lame de cuivre toujours très brillante se recouvre vers la fin d'un dépôt rougeâtre sur la nature duquel nous ne sommes pas fixés encore (¹).

» Le Blanc et Schick admettent que la dissolution du cuivre dans le cyanure sous l'influence du courant alternatif est due à la formation d'un ion complexe qui met le cuivre à l'abri de la précipitation. Sans pouvoir donner encore de théorie précise à ce sujet, en raison de recherches que nous poursuivons actuellement, nous ferons de suite remarquer que nous ne pouvons admettre cette hypothèse pour les raisons suivantes :

» 1° Le cuivre est précipité complètement de ses solutions dans le cyanure de potassium (dosage électrolytique du cuivre);

» 2° Le cuivre se dissout dans le cyanure de potassium, lentement à froid, rapidement à chaud; si le cuivre est relié à une lame de platine, l'attaque est beaucoup plus énergique en raison du couple ainsi formé.

» De ce premier aperçu sur nos recherches nous pouvons déjà conclure que le courant sinusoïdal active la dissolution du cuivre dans le cyanure de potassium et permet la formation pratique d'un sel déterminé.

» Le zinc et le nickel se comportent de la même façon et permettent d'arriver à un sel double de la forme : $MCy^2, 2KCy$. Le plomb, l'argent, le mercure et le cadmium ne donnent sensiblement rien. »

ÉLECTROCHIMIE. — *Sur des phénomènes de réduction produits par l'action de courants alternatifs.* Note de MM. **F. Pearce** et **Ch. Couchet**, présentée par M. H. Moissan.

» Si l'on dirige un courant alternatif dans des solutions de certains sels, on observe : soit une dissolution des électrodes, phénomène déjà observé et décrit minutieusement par MM. Le Blanc et Schick; soit une réduction plus ou moins complète du sel dissous, si toutefois ce sel est réductible.

» Ce phénomène de réduction, qui nous paraît nouveau, a pu être

(¹) Nous donnerons plus en détail dans un périodique spécial la bibliographie complète de l'électrolyse par courant alternatif, la description de nos appareils, les considérations sur le rendement et les résultats d'expériences.

observé sur des sels inorganiques, dissous ou fondus, comme aussi sur certains composés organiques.

» En général, le phénomène de réduction ne s'accomplit que si l'on emploie des électrodes facilement oxydables; il paraît dépendre dans une certaine mesure de la nature de celles-ci comme aussi de la densité du courant et de la fréquence.

» En effet, avec une faible densité de courant, on observe seulement le phénomène de dissolution des électrodes, sans qu'il se produise une réduction de l'électrolyte; tandis qu'avec une densité de courant plus élevée, au phénomène de dissolution des électrodes s'ajoute une réduction de l'électrolyte plus ou moins complète, dans le même temps, suivant la nature des électrodes employées.

» Le métal provenant de l'attaque de ces électrodes se dépose à l'état d'hydrate ou d'oxyde, et l'électrolyte passe à son minimum d'oxydation.

» Nous citerons, à titre d'exemple, quelques réductions d'alun ferrique et de nitrates alcalins, que nous avons opérées.

» 1. *Alun ferrique.* — Avec des électrodes de platine, la quantité de fer réduite était faible; à la surface des électrodes, nous avons observé un dépôt de noir de platine. Dans un temps égal, la réduction devient plus forte par l'emploi d'électrodes d'aluminium, de plomb, de cadmium, etc., et elle est preque quantitative avec des électrodes de fer.

» 2. Les *nitrates alcalins* sont également réduits en nitrites, dans une proportion qui varie aussi avec la nature des électrodes et la densité du courant.

» Le rendement est quantitatif avec des électrodes de cadmium et de zinc, tandis qu'il tombe presque à zéro avec des électrodes de fer, de cuivre ou de charbon.

» Une série d'autres corps se comportent également de la même manière. La dissolution des électrodes et la réduction de l'électrolyte paraissent également, comme dans les cas présents, être en relation avec la nature des électrodes et la densité du courant. Parmi ceux-ci nous citons : les sels cuivriques qui sont réduits à l'état de sel cuivreux, les sels mercuriques à l'état de sel mercureux, les chromates comme sels de chrome, etc.

» Nous avons essayé de reproduire le même phénomène avec des composés organiques; nous avons pu constater une réduction du nitrobenzène en sel d'aniline. »

CHIMIE. — *Production à froid des sulfures de phosphore.* Note de M. R. **Boulouch**, présentée par M. G. Lemoine.

« I. L'action directe du soufre sur le phosphore fournit à chaud, par une violente réaction, la plupart des sulfures de phosphore; M. Lemoine obtient des sulfures plus riches que P^4S^3 par l'union à température élevée de ce dernier corps avec le soufre.

» Les tentatives de préparation à basse température de composés du soufre et du phosphore n'ont abouti, à partir des éléments, qu'à la production de mixtes dont j'ai précédemment précisé la nature (*Comptes rendus,* 21 juillet 1902).

» En étudiant l'action de la lumière sur un mélange de sulfure P^4S^3 et de soufre en solution sulfocarbonique, M. Dervin a obtenu, au bout de 1 ou 2 mois, des aiguilles de bisulfure P^3S^6, un magma cristallin ayant à peu près la même composition et des grains cristallins jaunâtres de formule P^8S^{11}; cette méthode, très lente et fournissant des produits dont j'ai pu constater la complexité, ne peut être considérée comme un procédé de préparation.

» On obtient des résultats très nets au bout d'un temps assez court si l'on ajoute à la solution sulfocarbonique de soufre et de P^4S^3 quelques paillettes d'iode; la coloration violette disparaît rapidement, surtout à une vive lumière, et, au bout de 1 ou 2 jours, on voit les parois du flacon insolé se tapisser d'une multitude de petits cristaux fort nets qui se groupent en masses légèrement adhérentes au verre.

» Ces cristaux, lavés au sulfure de carbone pur, desséchés, finement pulvérisés, lavés de nouveau et enfin essorés, retiennent une notable proportion de sulfure de carbone; le dissolvant n'est pas complètement chassé, même si l'on maintient la poudre cristalline pendant 6 heures à 100° dans un courant de gaz carbonique sec; pour l'éliminer à peu près entièrement, il faut arriver à la fusion de la matière.

» Ce corps a été préparé dans des conditions très diverses, mais les concentrations qui ont donné les plus beaux cristaux correspondent à 22^g de P^4S^3 pour 7^g ou un léger excès de soufre dans 200^{cm^3} de sulfure de carbone, et 22^g ou un léger excès de P^4S^3 pour 5^g de soufre dans 200^{cm} de sulfure de carbone; dans le premier cas (excès de soufre), on est averti de la fin de la réaction par la réapparition de la couleur de l'iode. La composition des cristaux a toujours été conforme à la formule P^4S^5.

» Pour les deux expériences citées plus haut, l'analyse a donné les résultats suivants :

	S excès.	P^4S^3 excès.	P^4S^5.
S	56,83	56,53	56,33
P	42,83	42,96	43,66
	99,66	99,49	99,99

» Bien que la composition de ce corps paraisse indépendante des concentrations de la dissolution, il est probable que ce sulfure et le composé P^8S^{11} de M. Dervin appartiennent à la catégorie des cristaux mixtes; ils se comportent en effet comme des solutions solides; les faits signalés par M. Dervin relativement à la dissociation de P^8S^{11} dans le sulfure de carbone à 210° et l'observation faite par moi-même de la fusion de P^4S^5 qui commence vers 180° et ne se termine qu'au-dessus de 210°, viennent à l'appui de cette hypothèse, qui sera soumise à des vérifications ultérieures.

» II. Pour réaliser à froid l'union directe du soufre et du phosphore, des mixtes liquides de ces deux corps ont été mis en tubes scellés et longtemps exposés au soleil; après l'insolation, les tubes contenaient un mélange de phosphore ordinaire, de phosphore rouge, de soufre et de sulfure de phosphore, difficile à isoler et surtout à caractériser.

» D'autre part, le phosphore et le soufre en solution sulfocarbonique ne réagissent pas sensiblement, même à la lumière directe du soleil, mais l'addition de quelques paillettes d'iode fait apparaître au bout d'un jour ou deux, si le soufre est en excès, une abondante cristallisation sur les parois du flacon exposé à la lumière.

» Ces cristaux sont des aiguilles d'un jaune très clair, réunies en bouquets, que l'analyse chimique et la détermination du point de fusion permettent de regarder comme le sulfure de Seiler et Ramme, P^3S^6.

» Ce sulfure n'est pas le seul que l'on puisse obtenir ainsi; dans une solution qui contient un excès de soufre, la fin de la réaction est encore indiquée par la réapparition de la couleur de l'iode, mais si l'on ajoute peu à peu du phosphore, cette coloration disparaît pour se manifester de nouveau quand tout le phosphore ajouté s'est combiné; cette opération plusieurs fois répétée a pour effet d'altérer les cristaux primitifs qui se transforment en masses mamelonnées et semblent rétrograder à l'état de sulfures inférieurs.

» D'ailleurs, si l'on fait agir le soufre sur du phosphore en excès, toujours en solution sulfocarbonique iodée, une action moins rapide que dans le cas inverse détermine la formation de très petits cristaux et d'une poudre cristalline qui, débarrassée avec soin du phosphore et du dissolvant, a

présenté une composition très sensiblement représentée par P^3S^5; ce corps fondu donne par refroidissement un enchevêtrement de cristaux très nets et fort différents de ceux que fournit P^3S^6; on n'a cependant encore aucune raison d'affirmer que ce corps est un composé défini.

» L'action catalytique de l'iode se rattache au déplacement de l'iode par le soufre dans les iodures et les iodosulfures de phosphore; ce déplacement a été aisément constaté. »

CHIMIE. — *Observations relatives à l'action de la chaleur et de la lumière sur les mélanges de sesquisulfure de phosphore et de soufre en solution dans le sulfure de carbone.* Note de M. E. **Dervin**, présentée par M. G. Lemoine.

« A l'occasion de la Communication de M. Boulouch, je rappelle que j'ai publié une série d'expériences relatives à l'action de la chaleur et de la lumière sur les mélanges de soufre et de sesquisulfure de phosphore en solution dans le sulfure de carbone ([1]). J'ai trouvé que ces deux agents physiques agissaient de la même façon et donnaient naissance aux mêmes produits. Ainsi, la chaleur ou la lumière agissant sur une solution contenant une molécule de P^4S^3 et une demi-molécule de soufre donne à la fois des aiguilles transparentes légèrement jaunâtres de P^2S^4 (sulfure obtenu par Seiler et Ramme, qui, d'après la densité de vapeur, correspond à P^3S^6), et des cristaux réunis en masses sphériques plus ou moins volumineuses, rappelant une des formes de la pyrite de fer et répondant à la formule P^8S^{11} ou mieux $P^4S^3, 2P^2S^4$. Cette interprétation de la formule brute P^8S^{11} se déduit des trois expériences suivantes, dont les deux premières sont indiquées dans ma Note de 1883, et dont la troisième est inédite.

» 1° P^8S^{11}, chauffé à 210° avec CS^2, se dédouble en P^2S^4 qui cristallise, et en P^4S^3 qui reste en solution.

» 2° P^8S^{11}, chauffé à 210° avec une solution de P^4S^3 dans CS^2, ne se dédouble plus et recristallise inaltéré.

» 3° P^2S^4 *chauffé à* 210° *avec une solution de* P^4S^3 *dans* CS^2 *reproduit le sulfure* $P\ S^{11}$.

([1]) *Bulletin de la Société chimique*, t. XLI, 1883, p. 433. Dans cette Note il s'est glissé une erreur. Il y est dit que « les solutions faites dans la proportion de deux *parties* de soufre pour une *partie* de P^4S^3, etc. » Le mot *partie* doit être remplacé par *équivalent*.

» M. Boulouch obtient un nouveau sulfure P^4S^5 en ajoutant, à des solutions de soufre et de P^4S^3 dans le sulfure de carbone, des traces d'iode et en s'aidant de la lumière. Malgré la ressemblance physique qui existerait entre P^4S^5 et P^8S^{11}, mes analyses et mes expériences m'obligent à admettre que ce sont des sulfures différents.

» Voici quelques observations supplémentaires inédites :

» Avec des solutions renfermant 110g de P^4S^3 et de 16g à 32g de soufre dissous dans 400cm³ de sulfure de carbone, on obtient un mélange de P^2S^4 et de P^8S^{11}. Quand la proportion de soufre augmente, on n'obtient plus P^8S^{11}, mais seulement P^2S^4.

» La lumière solaire exige un mois ou deux pour que la réaction soit complète, tandis qu'une température de 210° produit le même effet en 2 heures.

» La chaleur produit nettement P^2S^4 en très belles aiguilles et P^8S^{11} en grosses masses sphériques parfaitement isolées.

» La lumière donne des produits moins bien cristallisés; on observe quelques houppes de belles aiguilles de P^2S^4, ainsi que de petites masses cristallines de P^8S^{11}; le reste du dépôt, et c'est la partie la plus abondante, est un magma cristallin qui, purifié à basse température par le procédé suivant, correspond à la formule P^2S^4 :

» Pour purifier ce magma cristallin, après avoir séparé mécaniquement les houppes de P^2S^4 et les masses de P^8S^{11}, je lave le résidu avec CS^2 froid, puis je l'introduis dans un long tube de verre rempli de CS^2 et je ferme à la lampe. La partie inférieure du tube est chauffée à 100°, tandis que la partie supérieure, coiffée d'un cylindre de verre, est constamment refroidie par un courant d'eau froide circulant dans l'espace annulaire.

» Après une journée de chauffe, tout le magma se trouve transporté dans la partie froide du tube, sous forme d'aiguilles de P^2S^4, fondant à 296°; c'est le point de fusion donné par M. Ramme.

» Je crois ce procédé de purification et de cristallisation susceptible de rendre des services dans un grand nombre de cas.

» J'ajouterai enfin que tous les sulfures que j'ai analysés étaient préalablement lavés au sulfure de carbone pur, fondus et séchés à 200° dans un courant de gaz carbonique sec. »

CHIMIE MINÉRALE. — *Action de l'acide carbonique sur les solutions d'azotite de sodium.* Note de MM. C. **Marie** et R. **Marquis**, présentée par M. Moissan.

« Dans une Note parue dans les *Comptes rendus*, 28 décembre 1903, M. Louis Meunier conclut de certaines expériences que l'acide carbonique ne déplace pas l'acide azoteux des solutions d'azotite de sodium.

» Cette conclusion étant en contradiction avec les résultats obtenus autrefois par nous lors de la préparation des nitrosulfures et des nitroprussiates ([1]), nous avons répété quelques expériences très simples qui montrent que l'*acide carbonique déplace l'acide azoteux des solutions d'azotite de sodium.*

» L'acide carbonique, dégagé par l'action de la chaleur sur du bicarbonate de sodium pur, était lavé dans un barboteur à eau distillée.

» I. Il passait ensuite dans une solution d'azotite de sodium additionnée d'iodure de potassium et d'empois d'amidon. Au bout de peu de temps, cette solution prenait une teinte bleue très nette, caractéristique de la mise en liberté d'iode par AzO^2H.

» II. Une solution d'iodure de potassium mélangée d'azotite de sodium étant agitée avec du chloroforme, celui-ci restait parfaitement incolore. Le mélange de ces solutions, saturé de CO^2, colorait au contraire et très nettement, le chloroforme en violet.

» III. Enfin, du gaz carbonique traversait d'abord une solution d'azotite de sodium, puis passait dans un autre barboteur contenant de l'iodure de potassium amidonné. Au bout de quelque temps cette dernière solution se colore en bleu, faiblement il est vrai, mais très nettement.

» Ces faits nous paraissent établir incontestablement la vérité de la proposition énoncée plus haut. »

CHIMIE MINÉRALE. — *Sur la constitution et les propriétés des aciers au vanadium.* Note de M. **Léon Guillet**, présentée par M. Ditte.

« Les aciers au vanadium n'ont encore été l'objet d'aucune recherche systématique.

» Nous avons étudié deux séries d'aciers au vanadium : la première con-

---

([1]) *Comptes rendus*, t. CXXII, p. 137 et 473.

tenant environ 0,200 pour 100 de carbone, et la seconde 0,800 pour 100. Dans chaque série, le vanadium va en croissant de 0 à 10 pour 100; nous avons étudié plus spécialement les aciers renfermant de 0 à 3 pour 100 de ce métal; ce sont les seuls intéressants au point de vue industriel.

» *Micrographie.* — Si l'on considère les aciers renfermant 0,200 de carbone, l'attaque à l'acide picrique montre, dans les aciers renfermant moins de 0,7 pour 100 de vanadium, de la perlite semblable à celle des aciers au carbone; mais la ferrite se colore très rapidement en brun foncé par le même réactif.

» A partir de 0,7 pour 100 de vanadium, on voit apparaître dans la perlite des grains blancs extrêmement nets; on les aperçoit d'ailleurs par polissage en bas-relief.

» Le vanadium augmentant, ces grains blancs se développent, et bientôt l'on ne voit plus de perlite; à partir de 3 pour 100, l'acier ne présente plus que des grains blancs dont l'importance et le nombre vont en augmentant au fur et à mesure que croît le pourcentage de vanadium.

» Les aciers renfermant 0,800 pour 100 de carbone donnent les résultats analogues. Jusqu'à 0,5 de vanadium, la structure est perlitique. Puis on aperçoit les grains blancs qui augmentent rapidement. Un fait assez curieux est à noter : ces grains blancs prenant la place de la perlite, certains aciers, qui en renferment un peu, paraissent contenir moins de 0,800 pour 100 de carbone.

» A partir de 3 pour 100 de vanadium, on ne voit plus que le constituant spécial. Ce produit est un carbure, carbure de vanadium ou carbure double de vanadium et de fer. En effet, en cémentant un acier perlitique, nous avons pu obtenir à la périphérie ce constituant.

» *En résumé :* nous distinguons dans les aciers au vanadium bruts de forge, trois groupes :

» 1° Les aciers présentant la même structure que les aciers au carbone;

» 2° Les aciers présentant de la perlite et du carbure spécial;

» 3° Les aciers dont tout le carbone se trouve dans ce constituant.

» Nous espérons définir d'ici peu la formule de ce corps.

» *Propriétés mécaniques.* — Les propriétés mécaniques peuvent se résumer comme il suit :

» 1° Les aciers des deux premiers groupes sont à charge de rupture et à limite élastique très élevées par rapport à celles des aciers ordinaires à même teneur en carbone; ils ont des allongements et des strictions moyens; ils sont beaucoup plus durs et fragiles que les aciers au carbone.

» *Exemples :*

Carbone.	Vanadium.	R.	E.	A pour 100	Essais au choc.	Essais à la dureté.
0,131	0,60	69,1	55,9	12	6	159
0,141	0,75	85,3	70,7	11,5	4	217
0,112	1,04	91,1	75,4	10	3	217

» 2° Les aciers du troisième groupe ont des charges de rupture et des limites élastiques extrêmement basses; les allongements et les strictions sont élevés et, malgré cela, ces aciers sont très fragiles. Ils sont d'une dureté très faible. Cela quelle que soit la teneur en carbone :

Carbone.	Vanadium.	R.	E.	A pour 100.	Essais au choc.	Essais à la dureté.
0,187	2,98	47,1	18,8	24	»	99
0,382	5,37	34,5	15,5	23	2	143
0,130	7,39	31,8	20,2	21	3	109
0,120	10,27	30,3	21,8	22	3	118
0,737	7,85	30,3	13,4	16	3	143
0,858	10,25	42,0	16,8	10	0	179

» *Influence des traitements.* — Un recuit peu prolongé à 900° adoucit légèrement tous les aciers.

» Lorsque la température du recuit est suffisamment élevée et le temps de recuit assez long, il y a précipitation du carbone à l'état de graphite; ce phénomène est semblable à celui que nous avons noté pour les aciers.

» La trempe durcit avec une intensité remarquable les aciers des deux premiers groupes; elle adoucit légèrement les aciers du troisième groupe; elle n'atteint nullement leur structure. Et cet effet est le même, quelle que soit la température de trempe; nous avons étudié, en effet, ce traitement jusqu'à 1200°; le constituant spécial n'est jamais atteint par la trempe.

» *En résumé:* L'étude des aciers au vanadium nous a permis :

» 1° De diviser ces aciers en trois groupes distincts, l'un de ces groupes étant en quelque sorte l'intermédiaire entre les deux autres.

» 2° De caractériser les propriétés mécaniques de chacun de ces groupes et notamment de montrer que les aciers à constituant spécial présentent des particularités très remarquables.

» 3° De déterminer que seuls les aciers au vanadium renfermant moins de 7 pour 100 de vanadium sont susceptibles d'applications industrielles (même en laissant de côté la question prix de revient). Étant donnée la fragilité des aciers au vanadium (1), on peut ajouter qu'ils ne semblent offrir d'intérêt que comme aciers à outils. »

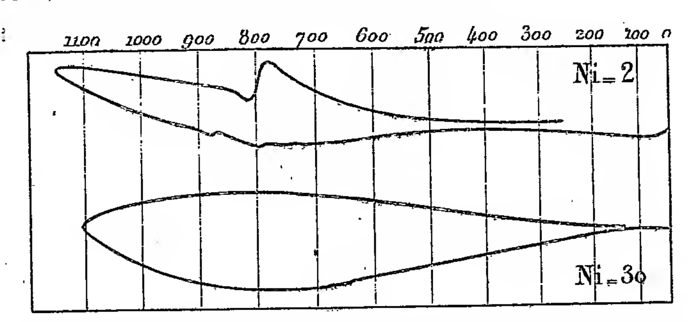
---

(1) Je ne parle ici que des alliages fer-carbone-vanadium et non de produits sidérurgiques plus complexes, tels que les aciers nickel-vanadium, sur lesquels je reviendrai prochainement.

CHIMIE MINÉRALE. — *Les transformations allotropiques des aciers au nickel.* Note de M. O. **Boudouard**, présentée par M. Troost.

« Utilisant la méthode que j'ai décrite précédemment ([1]), j'ai étudié des séries d'aciers spéciaux qui, pour une teneur sensiblement constante en carbone, contiennent des proportions croissantes d'un métal donné. M. Guillet a bien voulu mettre à ma disposition les aciers qu'il a étudiés récemment au point de vue microscopique et mécanique, et ce sont les résultats relatifs aux aciers au nickel que j'ai l'honneur de présenter aujourd'hui à l'Académie : ces résultats montrent l'influence spécifique du nickel sur la position des points de transformation. Des recherches semblables ont déjà fait l'objet de nombreux travaux de MM. Hopkinson, Le Chatelier, Osmond, Dumas, Guillaume, Charpy et Grenet.

» Les courbes obtenues sont telles que les abscisses représentent les températures du barreau étudié et les ordonnées des déviations proportionnelles aux différences de potentiel entre les extrémités du barreau. Ces courbes, soit à l'échauffement, soit au refroidissement, présentent la même allure, et leur forme particulière est due au mode de chauffage; la figure ci-dessous donne les courbes relatives aux aciers à 2 et 30 pour 100 de nickel, la teneur en carbone étant environ 0,120.



» Considérons, par exemple, la courbe de l'acier à 30 pour 100 de nickel qui ne présente aucune anomalie. Au début de l'expérience, le chauffage étant assez rapide, la différence de température entre les deux extrémités du barreau croît assez rapidement pour passer par un maximum ; elle décroît ensuite pour devenir nulle au fur et à mesure que la tempéra-

([1]) *Comptes rendus*, t. CXXXVII, p. 1054.

ture s'élève; à un moment donné, l'extrémité la plus chaude devient la plus froide, et la différence de température changeant de signe reste ainsi pendant la période de refroidissement. Les irrégularités que l'on observe alors sur les courbes correspondent à des phénomènes qui viennent modifier l'état thermique du barreau, c'est-à-dire aux transformations moléculaires du métal. Ces anomalies sont plus ou moins accentuées suivant la nature des aciers.

» Le Tableau ci-dessous donne les résultats relatifs à deux séries d'aciers au nickel, dans lesquels la teneur en nickel varie de 0 à 30 pour 100. On a pris comme températures des points critiques les origines des anomalies. Au refroidissement, étant donnée l'extrême lenteur avec laquelle se produisent les transformations moléculaires, il est quelquefois très difficile de déterminer exactement l'origine de l'anomalie; pour les aciers à haute teneur en nickel, les températures des points singuliers prises sur les courbes de refroidissement correspondent aux changements brusques dans la direction des courbes.

Composition centésimale des aciers.						Désignation des aciers.	Points singuliers.	
C.	Ni.	Mn.	S.	Si.	P.		Échauffement.	Refroidissement.
			Série I. — 0,120 de carbone environ.					
0,07	2,23	0,025	0,006	0,070	traces	2	860°-775°-725°	830°-710° (¹)
0,125	5,23	0,015	0,004	0,046	»	5	» 770-695	» 710
0,125	7,13	0,20	0,005	0,050	»	7	» 690-660	» 650
0,132	10,10	traces	0,005	0,100	»	10	» 675-650	» 575
0,125	12,07	»	0,002	0,090	»	12	» 640-610	» 420
0,110	15,17	»	0,004	0,020	»	15	» » 620	» 360
0,176	20,40	»	0,004	0,025	»	20	» » 600	» 285
0,160	25,85	»	0,007	0,036	»	25	» » 510	» 175
0,120	30,0	»	traces	0,031	»	30	» » »	» »
			Série II. — 0,800 de carbone environ.					
0,800	2,20	0,107	0,005	0,100	traces	2	705°	695°
0,776	4,90	0,092	0,004	0,085	»	5	675	625
0,815	7,09	0,135	0,003	0,100	»	7	665	560
1,05	9,79	0,097	0,004	traces	»	10	625	»
0,760	12,27	0,092	0,004	0,086	»	12	625	»
0,796	15,04	0,060	0,007	0,091	»	15	590	»
0,800	20,01	0,020	0,003	0,089	»	20	560	»
0,790	25,06	0,070	0,002	traces	»	25	515 (¹)	»
0,810	29,96	0,030	0,004	0,139	»	30	»	»

(¹) Peu visible.

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur les diuréides : éther homoallantoïque.* Note de M. **L.-J. Simon**, présentée par M. H. Moissan.

« Dans une Note antérieure (*Comptes rendus*, t. CXXXIII, 1901, p. 588) j'ai signalé l'existence de l'éther homoallantoïque

$$CH^3 - C(NH - CO - NH^2)^2 - CO^2C^2H^5.$$

» Cet éther diuraminique, le seul connu jusqu'ici, résulte de l'action directe de l'urée sur le pyruvate d'éthyle, sans l'intervention d'aucun agent de condensation.

» On mélange l'urée dissoute dans l'alcool chaud avec un poids égal au sien de pyruvate d'éthyle. Il se fait peu à peu un dépôt blanc microcristallin qui au bout de 24 heures est abondant et compact. Ce dépôt est essoré et lavé à l'alcool. Les eaux mères évaporées dans le vide fournissent une nouvelle récolte. Le rendement total s'élève au poids initial d'éther pyruvique. Il y a donc un déchet notable, corrélatif de la présence constante d'urée dans les dernières eaux mères. Cette réaction ne semble se prêter à aucune généralisation; les corps les plus voisins de l'éther pyruvique, les éthers acétylacétique et oxalacétique ne s'unissent pas à l'urée, si l'on ne fait pas appel à un agent de condensation. On ne peut même pas substituer à l'urée la méthylurée sans se voir obligé de recourir au même adjuvant.

» L'éther homoallantoïque est un corps blanc pulvérulent, microcristallin, décomposable aux environs de 200°, insoluble dans l'eau et la plupart des solvants organiques. L'alcool bouillant le dissout cependant en petite quantité; cette solubilité augmente en présence de pyridine.

» Certaines de ses propriétés chimiques méritent d'être relatées.

» *Action de l'eau.* — Cet éther est insoluble dans l'eau froide; mais, si on le projette dans l'eau bouillante, il s'y dissout instantanément : on perçoit avec intensité l'odeur pénétrante et caractéristique du pyruvate d'éthyle qu'on peut au surplus isoler sous forme de phénylhydrazone. L'évaporation de la solution fournit l'urée.

» Il s'est donc produit, par l'action de l'eau, une réaction inverse de celle qui produit sa synthèse

$$\begin{aligned} &CH^3 - C(NH - CO - NH^2)^2 - CO^2C^2H^5 + H^2O \\ &= CH^3 - CO - CO^2C^2H^5 + 2(NH^2 - CO - NH^2). \end{aligned}$$

» Cette hydrolyse n'est accompagnée d'aucune saponification sensible de l'éther pyruvique.

» *Action de l'acide chlorhydrique.* — L'éther homoallantoïque se dissout dans l'acide chlorhydrique concentré, mais c'est à la faveur d'une décomposition profonde.

On peut caractériser immédiatement l'acide pyruvique libre par la coloration bleue qu'il donne avec le nitroprussiate de sodium en présence d'ammoniaque.

» En outre la solution chlorhydrique évaporée abandonne un solide blanc qui, après purification, a été identifié avec le triuréide dipyruvique; j'ai montré antérieurement que ce corps se produit dans l'action de l'acide pyruvique sur l'urée en solution chlorhydrique.

» *Action de l'ammoniaque et de la méthylamine.* — L'éther homoallantoïque agité avec de l'ammoniaque concentrée s'y dissout *peu à peu,* sans qu'on puisse manifester aucune hydrolyse.

» La solution abandonnée à l'air perd l'ammoniaque en excès et il se produit un dépôt de cristaux rhomboédriques très bien formés et caractéristiques : c'est le *pyvurile*

$$\begin{array}{c} CH_3 - C - CO.OC^2H^5 + NH^3 \\ NH^2 - CO - NH \quad NH - CO - NH^2 \end{array}$$

$$\begin{array}{c} = CH^3 - C - CO \quad + NH^3 + C^2H^5(OH). \\ NH^2 - CO - NH \quad NH - CO - NH \end{array}$$

» La méthylamine se comporte exactement de même. Il est possible qu'il se forme transitoirement l'amide ou la méthylamide allantoïque, mais ce n'est pas certain.

» *Action de la potasse aqueuse ou alcoolique.* — L'éther homoallantoïque, chauffé au sein d'une solution alcoolique de potasse, ne s'y dissout pas, mais se transforme en un autre corps solide blanc, soluble dans l'eau, qui n'est autre que le dérivé potassique du *pyvurile;* par l'action de l'acide chlorhydrique dilué on revient aisément à celui-ci.

» Agité avec la potasse aqueuse, étendue ou concentrée, et froide, l'éther homoallantoïque s'y dissout; si l'on acidule par l'acide chlorhydrique étendu en évitant soigneusement toute élévation de température, il se produit peu à peu un dépôt de cristaux brillants et caractéristiques de *pyvurile.*

» Cette production de pyvurile peut être rapprochée de l'observation de Behrend relative au passage de l'éther uramidocrotonique ou méthyluracile sous l'action des alcalis :

$$\begin{array}{c} CH^3 - C = CH - CO.OC^2H^5 \\ NH - CO - NH^2 \end{array} \rightarrow \begin{array}{c} CH^3 - C = CH - CO. \\ NH - CO - NH \end{array}$$

» On pourrait être tenté d'adopter pour les deux faits une interprétation identique et imaginer la saponification de l'éther suivie ou accompagnée de la formation de l'uréide cyclique. Mais cette conception, quant à l'éther homoallantoïque, est en contradiction formelle avec les faits suivants :

» 1° L'homoallantoate de potassium, préparé par l'action directe de l'alcali sur l'acide homoallantoïque, est parfaitement stable : j'en conserve un échantillon inaltéré depuis plusieurs années. Maintenu au contact de la potasse cencentrée, dans laquelle il est assez peu soluble, il ne *se transforme pas en pyvurile potassé;* il subit seulement une hydrolyse en urée et pyruvate de potassium et cela beaucoup plus lentement que le pyvurile dans les mêmes circonstances;

» 2° La solution aqueuse de l'homoallantoate de potassium ou d'ammonium additionnée d'acide chlorhydrique régénère sans altération l'acide homoallantoïque initial.

» Il est donc impossible de rendre compte de l'action de la potasse par la saponification préliminaire de l'éther, en d'autres termes, par la production transitoire d'homoallantoate de potassium; je ne vois pour le moment aucune explication satisfaisante de ce résultat au moins surprenant ».

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur les éthers phosphoriques du glycol.* Note de M. P. Carré, présentée par M. H. Moissan.

« Le glycol, de même que la glycérine, peut réagir sur les trois oxhydriles de l'acide phosphorique, pour donner naissance à trois éthers.

» Plusieurs éthérifications ont été effectuées dans des conditions diverses de température et de pression. Les meilleurs résultats sont obtenus (pour le mélange équimoléculaire), en opérant dans un ballon muni d'un réfrigérant ascendant, à la température de 140°-145°, et sous une pression de 15^{mm} à 18^{mm} (vide fourni par la trompe à eau); dans ces conditions le maximum d'éthérification est atteint après 10 heures de chauffage; le mélange renferme 3,5 pour 100 de triéther, 42,4 pour 100 de diéther et 44 pour 100 de monoéther, soit au total 89,9 pour 100 d'acide combiné. Sous une pression plus faible, dans le vide de la trompe à mercure, ces limites se trouvent abaissées, par suite de la volatilisation d'une partie du glycol, qu'il m'a été impossible d'éviter.

» La proportion de triéther est plus élevée, lorsqu'on éthérifie au mélange de 1^{mol} d'acide pour 2^{mol} de glycol; mais avec cet excès de glycol je n'ai pas, dans les diverses conditions où j'ai opéré, constaté la formation d'une quantité de triéther supérieure à 14,5 pour 100.

» *Étude du monoéther.* — Le monoéther est toujours accompagné de di- et parfois de triéther. Ces deux derniers, saponifiés par l'eau, se transforment en monoéther; ils sont cependant plus stables que le di- et le triéther correspondants de la glycérine. Un fait curieux (qui se produit d'ailleurs aussi, mais d'une façon moins prononcée, avec le diéther phosphorique de la glycérine) est que cette saponification exige des temps variables suivant que le mélange est soumis à l'ébullition aqueuse, immédiatement après avoir été dissous dans l'eau, ou plusieurs semaines après cette dissolution; dans ce dernier cas elle demande un temps beaucoup plus long (3 à 4 fois plus).

» De la solution aqueuse ne renfermant plus que le monoéther, j'ai isolé ce dernier, de même façon que l'acide glycérophosphorique, en décomposant le sel de plomb par l'hydrogène sulfuré. La solution de cet acide glycophosphorique doit être concentrée à froid dans le vide, car, à chaud, de l'acide phosphorique est mis en liberté. La

concentration peut être poussée jusqu'à la composition :

$$2\,PO \begin{cases} O - CH^2 - CH^2OH \\ OH \\ OH \end{cases} + H^2O;$$

après quoi l'acide glycophosphorique commence à se transformer en diéther.

» Le sel neutre de baryum $PO.O.C^2H^5O.O^2Ba + H^2O$ conserve une molécule d'eau qu'il perd à 180° environ.

» Le sel acide de baryum, pas plus que le glycérophosphate acide de baryum, ne peut être isolé à l'état de pureté par suite de sa facile décomposition en acide glycophosphorique et glycophosphate neutre.

» La quinine donne avec l'acide glycophosphorique deux sels très bien cristallisés en fines aiguilles.

» Un sel basique

$$P.O.O.C^2H^5O.(OH)^2(C^{20}H^{24}Az^2O^2)^2 + 4H^2O$$

et un sel neutre

$$P.O.O.C^2H^5O(OH)^2C^{20}H^{24}Az^2O^2 + 2H^2O,$$

qui est efflorescent et perd lentement une molécule d'eau à la température ordinaire.

» Les monoéthers phosphoriques de la glycérine, de l'érhytran et du mannid m'ont fourni des sels de quinine analogues.

» *Étude du diéther.* — Je n'ai pas réussi à isoler le diéther ; car il est soluble dans les mêmes solvants que le monoéther. Cependant, les proportions des trois éthers formés, lors de l'éthérification du mélange équimoléculaire, montrent que ce diéther doit posséder la constitution

$$PO \begin{cases} O - CH^2 \\ \quad\quad\;\, | \\ O - CH^2 \\ OH \end{cases}$$

» Si, en effet, on admettait la fixation d'une seconde molécule de glycol sur le monoéther, il aurait dû se combiner une quantité de glycol supérieure à celle mise en réaction.

» Quant au *triéther*, je n'ai pu le séparer des deux autres, pour la même raison, et je ne puis dire s'il résulte de la fixation d'une troisième molécule de glycol par le diéther, ou bien de la fixation d'une molécule de glycol par deux molécules de diéther. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur la nature de la fécule crue.* Note de M. L. **Maquenne**, présentée par M. Roux.

« L'empois de fécule fraîchement préparé se laisse entièrement saccharifier par l'amylase, aussi bien que par les acides forts. Il n'en est plus de

même, ainsi que je l'ai démontré, de l'empois conservé aseptiquement, ni de l'amidon cru que, depuis Raspail [1], tous les auteurs considèrent comme formé d'un corps directement soluble dans l'eau (*amidine*, *amidone* ou *granulose*), associé à un isomère insoluble (*amidin*, *tégument*, *farinose* ou *amylocellulose*) difficilement attaquable par les acides et l'infusion de malt.

» Guérin-Varry [2], ainsi que Brown et Héron [3], estiment la proportion de cette dernière substance à environ 3 pour 100 du produit brut, tandis que Payen et Persoz [4], opérant dans d'autres conditions, l'évaluent à trois millièmes seulement. Encore d'après Brown et Héron, la même amylocellulose apparaît lorsque l'on saccharifie la fécule crue triturée; enfin Bourquelot [5], en étudiant l'action de la salive sur l'empois, a été conduit à dire que le grain d'amidon ne renferme pas seulement deux espèces chimiques distinctes, mais bien un plus grand nombre d'hydrates de carbone, qui se différencient par la résistance qu'ils opposent aux actions hydratantes.

» En présence de toutes ces observations, ainsi que de celles, tantôt concordantes et tantôt contradictoires, que nous devons à Guibourt, Caventou, Nægeli, Meyer et d'autres, on est naturellement conduit à considérer l'amidon comme un corps de nature complexe. Il va nous apparaître beaucoup plus simple si nous faisons intervenir le phénomène de rétrogradation, tel que je l'ai défini récemment : il suffit pour cela d'assimiler le grain de fécule à une masse d'amidon, d'abord soluble, qui aurait rétrogradé sous l'action du temps et des matières étrangères qui l'accompagnent dans la cellule vivante.

» Cette assimilation est justifiée par la manière dont la fécule crue, entière ou pulvérisée, se comporte vis-à-vis des solutions d'amylase; l'expérience dont nous donnons ci-après les résultats a porté sur 1^{g},6586 de fécule réelle, c'est-à-dire supposée sèche, saccharifiée par 10$^{cm^3}$ d'extrait de malt à 10 pour 100, étendus de 40$^{cm^3}$ d'eau, à 55°.

	Fécule entière.	Fécule broyée.	Empois.
Matière soluble totale..........	0^{g},046	1^{g},572	1^{g},696
Matière soluble p. 100 de fécule..	2^{g},8	94^{g},8	102^{g},2

(1) *Ann. Sc. natur.*, 1825.
(2) *Ann. de Chim. et de Phys.*, 2e série, t. LVI, 1834, p. 225.
(3) *Liebig's Annalen*, t. CXCIX, 1879, p. 165.
(4) *Ann. de Chim. et de Phys.*, 2e série, t. LVI, 1834, p. 337.
(5) *Comptes rendus*, t. CIV, 1887, p. 71 et 177.

» On voit, ainsi d'ailleurs que l'ont déjà montré Brown et Héron, qu'il suffit de déchirer mécaniquement l'enveloppe protectrice du grain pour permettre à celui-ci de se dissoudre, presque aussi bien que s'il avait d'abord été gélifié; l'action est rapide, ainsi qu'on peut s'en convaincre en examinant au réfractomètre une goutte du liquide, au fur et à mesure de sa saccharification.

» Au microscope le résidu apparaît formé d'une matière amorphe, non colorable par l'iode, mélangée avec quelques grains de fécule intacts ayant échappé au broyage; si l'on élimine ceux-ci par un instant d'ébullition et un nouveau traitement par l'extrait de malt à 55°, il ne reste plus que de l'amylocellulose pure, reconnaissable à ce qu'elle bleuit par l'iode après dissolution dans la potasse et neutralisation par un acide fort : on en obtient ainsi 3 à 4 pour 100 du poids de la fécule primitive.

» Ces faits, observés dans des circonstances telles que la matière mise en œuvre ne saurait éprouver d'autres modifications que celles qui résultent de son attaque diastasique, montrent que le grain de fécule possède, au point de vue chimique, la même composition que l'empois vieilli, et, par conséquent, nous autorisent à y voir de l'amidon rétrogradé, c'est-à-dire mélangé d'amylocelluloses à divers états de condensation. C'est parce que ces amylocelluloses se redissolvent à haute température qu'on n'en trouve que des traces dans l'empois frais, c'est parce qu'elles prennent naissance à froid au sein de l'amidon pur que la fécule crue ou rétrogradée en renferme davantage.

» Cette interprétation diffère de toutes celles qui ont été proposées jusqu'à ce jour en ce qu'elle établit une relation intime entre les parties constituantes du grain d'amidon, au lieu d'en faire autant de principes distincts : l'amylocellulose qui accompagne l'amidon soluble dans la fécule crue est en réalité l'un de ses produits immédiats de transformation, que rien ne distingue de celui qui se forme *in vitro* dans les conditions que nous avons fait connaître, MM. Wolff, Fernbach et moi.

» On comprendra facilement, sans qu'il soit nécessaire d'y insister, l'intérêt qui s'attache à ces considérations : dans les recherches de physiologie végétale relatives à la formation et à la migration des corps amylacés, il faudra désormais tenir compte de la rétrogradation qu'ils subissent sous l'influence des électrolytes ou des diastases coagulantes, ainsi que du mode de distribution de l'amylocellulose qui, en modifiant les propriétés osmotiques du grain d'amidon, peut atténuer dans une large mesure l'action dissolvante de l'amylase.

» Il est enfin probable que l'état plus ou moins avancé de rétrogradation est l'un des facteurs qui interviennent pour différencier les amidons naturels et notamment changer la composition de leurs iodures. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Synthèse biochimique de l'oléine et de quelques éthers.* Note de M. **Henri Pottevin**, présentée par M. Duclaux.

« J'ai montré antérieurement [1] que l'acide oléique et la glycérine s'éthérifient, sous l'influence d'un ferment pancréatique, pour donner la monooléine; on peut, grâce à la même action diastasique, préparer la trioléine, identique à l'oléine naturelle.

» La monooléine, préparée comme je l'ai indiqué, est dissoute dans 15 fois son poids d'acide oléique, et le mélange est abandonné à l'étuve à 36°, en présence de 1 pour 100 de son poids de tissu pancréatique. Le tissu pancréatique est préparé en déshydratant et dégraissant par un traitement à l'alcool et à l'éther du pancréas de porc finement haché.

» On peut suivre au jour le jour la diminution de l'acidité du mélange; quand celle-ci ne varie plus, on isole de l'excès d'acide la trioléine sous forme d'un corps gras neutre, liquide à la température ordinaire, se solidifiant au voisinage de 0°; densité à 15° : 0,915.

» 14g,496 de trioléine saponifiés par l'oxyde de plomb, en tube scellé, ont donné 13g,890 d'acide oléique et 1g,383 de glycérine.

» Une partie du mélange primitif mis, comme témoin, en contact avec une quantité correspondante de tissu pancréatique, préalablement chauffé à 100° sous l'alcool amylique, reste sans changement.

» Si dans l'expérience précédente on remplace la monooléine par divers alcools on obtient les éthers correspondants.

» L'expérience a été faite à 36°, avec des mélanges équimoléculaires d'alcool et d'acide oléique, et 1g de tissu pancréatique pour 100g de liquide. Dans chaque série on a fait un témoin avec les mêmes quantités de liquide et de tissu, celui-ci ayant été au préalable chauffé à 100° sous l'alcool amylique.

» Les nombres du Tableau indiquent la proportion d'acide éthérifiée pour 100.

Durée du contact.	Alcool méthylique.		Alcool éthylique.		Alcool isoamylique.	
	Diast.	Tém.	Diast.	Tém.	Diast.	Tém.
1 jour...........	22.0	0	9.1	0	32.0	0
10 jours..........	60.0	1	19.2	0	77.6	2.3
23 »	69.6	4	21.4	0	80.1	5.2

» C'est avec l'alcool amylique que l'éthérification est le plus rapide. L'oléate d'amyle qu'on obtient ainsi est un liquide neutre, inodore, ne se solidifiant pas à 0°; sa densité

(1) *Comptes rendus*, 11 mars 1903.

est de $0^\circ,897$ à 15°; $15^g,690$ saponifiés ont donné $12^g,630$ d'acide oléique et $3^g,662$ d'alcool amylique.

» L'éthérification se produit aussi bien si, au lieu d'employer un mélange où domine l'acide oléique, comme dans l'exemple ci-dessus, on opère avec de l'alcool amylique presque pur (2^g d'acide oléique dissous dans 10^g d'alcool).

» En étudiant l'éthérification de l'alcool amylique avec divers acides, on constate que la diastase présente vis-à-vis de ceux-ci une très grande sensibilité.

» L'acide stéarique s'éthérifie bien. Comme il est peu soluble dans l'alcool amylique, on peut l'ajouter en grand excès; on le voit alors disparaître au fur et à mesure que l'action progresse. Le stéarate d'amyle est un corps neutre, blanc, solide à la température ordinaire, fusible à 21°, insoluble dans l'eau, soluble dans l'éther. Il se dissout bien dans l'alcool chaud; mais, par refroidissement il se sépare en grande partie en donnant des cristaux qui présentent au microscope la forme de petites tables carrées. $15^g,501$ saponifiés ont donné $12^g,483$ d'acide stéarique et $3^g,489$ d'alcool amylique.

» Les acides gras inférieurs (acétique, butyrique, propionique) sont éthérifiés, pourvu que leur proportion dans l'alcool ne dépasse pas une certaine limite. Avec l'acide acétique, l'action diastasique ne s'exerce plus s'il y a plus de 8^g d'acide dans 100^g d'alcool. Ce sont là des faits analogues à ceux signalés par M. Hanriot à propos des éthérifications produites par la sérolipase.

» Les acides lactiques (droit et gauche), l'acide benzoïque ne sont pas sensibles à l'action du ferment. Les acides lactiques, à la dose de 4 pour 1000, ralentissent l'éthérification de l'acide oléique (mélange équimoléculaire d'acide et d'alcool amylique); à la dose de 8 pour 1000 ils l'arrêtent. D'après cela, l'acide lactique des tissus pourrait exercer une action empêchante sur le procès de formation des graisses.

» Dans tous ces phénomènes, le tissu pancréatique exerce son influence sans que la substance active entre en solution dans le mélange qui s'éthérifie; si, à un moment quelconque, on prélève et l'on met à part une partie de ce mélange, celle-ci n'est plus le siège d'aucune réaction, tandis que l'éthérification se poursuit dans la portion restée au contact du tissu.

» Les éthers obtenus, mis au contact du tissu pancréatique en présence d'un excès d'eau, sont saponifiés.

» Ces expériences prouvent que, lorsqu'on n'opère plus en solution aqueuse, la mise en œuvre des diastases du pancréas constitue un procédé d'éthérification qui, dans quelques cas, n'est pas inférieur aux procédés chimiques pour le taux élevé des rendements et la facilité d'exécution. Il est naturel de penser que l'on doit trouver des faits du même ordre en s'adressant aux autres propriétés fermentaires des tissus : celles-ci fourniraient alors de précieuses méthodes de synthèse dans le domaine des corps qui résultent du dédoublement des substances complexes, ternaires ou

azotées, sous l'action des ferments solubles. C'est dans cette voie que je poursuis mes recherches. »

CHIMIE VÉGÉTALE. — *Formation des composés terpéniques dans les organes chlorophylliens.* Note de MM. **Eug. Charabot** et **Alex. Hébert**, présentée par M. Haller.

« Suivant l'heureuse expression de Dehérain, la feuille est le laboratoire dans lequel s'effectue la synthèse des principes immédiats de la plante. Il est bien certain, en effet, que ces principes ont leur origine là où l'anhydride carbonique est assimilé. Mais la molécule de substance organique formée dans l'appareil chlorophyllien n'y demeure pas indéfiniment; elle circule dans la plante tout en subissant des métamorphoses successives dont il est souvent difficile de préciser la nature. Aussi peut-on se demander si les composés terpéniques prennent naissance dans les parties chlorophylliennes ou bien s'ils ne se forment que plus tard dans d'autres organes par suite de l'évolution chimique de substances qui, elles seulement, auraient été dans ce cas produites par les organes verts.

» I. Nous avons envisagé ce problème de la détermination des organes dans lesquels prennent naissance les composés terpéniques et adopté la méthode de travail suivante. Un lot de plantes (menthe poivrée) a été divisé en deux parties, l'une réservée à des sujets devant servir de témoins, l'autre renfermant des plantes auxquelles nous avons toujours enlevé les inflorescences au fur et à mesure de leur formation. Nous avons distillé séparément : 1° les plantes dont les inflorescences avaient été constamment supprimées; 2° les plantes témoins en ayant soin d'en écarter aussi les inflorescences, mais seulement au moment de l'expérience. Si l'huile essentielle se forme dans les organes chlorophylliens, les feuilles et tiges de la plante systématiquement privée de ses inflorescences en renfermeront une quantité plus grande que les parties correspondantes de la plante témoin. Si les inflorescences fournissent de l'essence aux organes verts, c'est l'inverse qui se produira.

» L'élimination des inflorescences a eu pour effet de favoriser l'accroissement de la tige par rapport aux autres organes, résultat conforme à celui observé par M. Berthelot [1] avec d'autres plantes. En extrayant, le 6 août 1903, l'huile essentielle des deux lots de menthe poivrée décrits plus haut, nous avons observé que les parties vertes des plantes témoins renferment à la fois une proportion d'essence moindre et un poids absolu d'essence plus faible que les parties correspondantes de la plante dont on a écarté les inflorescences au fur et à mesure de la formation de celles-ci [2].

---

(1) Berthelot, *Chimie végétale et agricole*, t. II, p. 44.

(2) Les détails des expériences et les résultats numériques seront indiqués au *Bulletin de la Société chimique.*

» En d'autres termes, *la suppression des inflorescences entraîne une accumulation des composés terpéniques dans les organes chlorophylliens.*

» II. Nous venons de voir que les organes chlorophylliens fournissent des composés terpéniques aux inflorescences. Pour corroborer cette conclusion, il importait de préciser davantage le rôle des parties vertes de la plante dans la formation des matières odorantes, en étudiant comparativement la production de ces matières chez les plantes cultivées à l'ombre et chez les mêmes plantes ayant vécu en pleine lumière. Ces expériences, effectuées avec la menthe poivrée, ont montré que la plante ayant poussé à l'ombre renferme une proportion d'eau notablement plus grande que la plante venue en pleine lumière : observation identique à celle de M. Berthelot (1). D'autre part, nous avons constaté que l'obscurité réduit considérablement à la fois la proportion centésimale et le poids absolu d'essence contenue dans la plante. Il en résulte que *la lumière favorise nettement la formation des composés terpéniques.*

» *Conclusions.* — Résumons les principales conclusions qui se dégagent de ces recherches.

» *L'élimination systématique et complète des inflorescences produit un accroissement manifeste de la tige et, en ce qui concerne l'essence, une augmentation aussi bien de sa proportion centésimale que de son poids absolu dans les parties vertes.*

» On voit que l'essence ne pouvant plus s'écouler dans les inflorescences demeure dans les parties vertes où elle s'est formée le plus abondamment. Il en résulte que *les organes chlorophylliens fournissent des composés terpéniques aux inflorescences.*

» L'importance du rôle des organes verts dans la formation des matières odorantes de nature terpénique s'affirme encore lorsqu'on examine l'influence de la lumière sur ce phénomène. On constate, en effet, que *l'obscurité réduit considérablement à la fois la proportion centésimale et le poids absolu d'essence contenus dans la plante.*

» Cet ensemble de faits démontre non seulement que les organes verts constituent le siège important de la formation des composés terpéniques, mais encore que cette formation est en relation directe avec la fonction essentielle accomplie par ces organes, dont le principal, au point de vue chlorophyllien, est constitué par la feuille. »

---

(1) BERTHELOT, *Comptes rendus*, t. CXXVIII, p. 139.

CHIMIE VÉGÉTALE. — *Sur l'existence d'une diastase oxydo-réductrice chez les végetaux.* Note de MM. **J.-E. Abelous** et **J. Aloy**, présentée par M. Arm. Gautier.

« Nous avons montré (*Comptes rendus*, 22 juin et 23 novembre 1903) l'existence dans l'organisme animal d'une diastase qui, pour oxyder certaines substances (dans l'espèce l'aldéhyde salicylique), au lieu d'emprunter de l'oxygène libre ou dissous, comme le fait la laccase, prend cet oxygène à des combinaisons oxygénées qu'elle réduit, exerçant ainsi une action à la fois réductrice et oxydante.

» Cette diastase oxydo-réductrice existe-t-elle dans le règne végétal ?

» Si l'on pulpe des pommes de terre et qu'on en exprime la pulpe à la presse, il s'écoule un suc abondant qui brunit rapidement à l'air. Ce suc jouit de propriétés réductrices manifestes vis-à-vis du nitrate de potassium. Il perd ces propriétés quand il a été soumis au préalable à l'ébullition. L'expérience doit être faite en présence d'un antiseptique (chloroforme) pour éviter l'intervention des microorganismes.

» Cette diastase réductrice est-elle en même temps oxydante ?

» Tout d'abord, on peut constater que le suc de pomme de terre seul n'oxyde sensiblement l'aldéhyde salicylique, ni en présence de l'air ou de l'oxygène, ni dans le vide, quelle que soit la quantité de suc employée.

» Mais, si l'on ajoute au suc végétal une petite quantité de chlorate de potassium, l'oxydation se produit. Elle n'a pas lieu quand le suc a été au préalable bouilli.

» *Expériences.* — On fait les mélanges suivants :

A	Suc de pomme de terre *bouilli*	200^{cm^3}
	Carbonate potassique	$0^g,50$
	Chlorate potassique	3^g
	Aldéhyde salicylique	$1^{cm^3},5$
B	Suc de pommes de terre *non bouilli*	300^{cm^3}
	Carbonate potassique	$0^g,50$
	Chlorate potassique	3^g
	Aldéhyde salicylique	$1^{cm^3},5$

» Les deux lots sont abandonnés dans le vide à 40°. Après 24 heures, on trouve :

	Acide salicylique.
A	$0^g,000$
B	$0^g,127$

» Il suffit donc d'ajouter au suc végétal une combinaison oxygénée, telle que le chlorate de potassium, pour que le ferment puisse oxyder l'aldéhyde salicylique. Si, au lieu d'ajouter du chlorate de potassium, nous ajoutons du nitre dans la proportion de 2g pour 100, ce nitre est partiellement réduit et l'aldéhyde oxydée, mais en proportion bien plus faible qu'avec le chlorate de potassium.

» Les lots A, B, C, D, E ayant reçu chacun 300^{cm^3} de suc de pomme de terre et $1^{cm^3},5$ d'aldéhyde salicylique, avec ou sans nitrate ou chlorate, puis abandonnés dans le vide à 40° pendant 24 heures, ont donné :

	Acide salicylique formé.
	g
A. Suc normal	0,000
B. Suc avec nitrate	0,016
C. Suc avec chlorate	0,102
D. Suc avec nitrate et chlorate	0,000
E. Suc bouilli avec chlorate	0,000

» La proportion d'acide salicylique, beaucoup plus faible avec le nitrate de potassium qu'avec le chlorate, tient à ce que le nitrite formé par réduction du nitrate est un poison pour la diastase oxydo-réductrice. Il suffit en effet d'ajouter au lot chloraté un peu de nitrite de sodium pour que l'oxydation ne se produise plus.

» Il reste à expliquer pourquoi le suc de pomme de terre normal, qui contient bien le ferment oxydo-réducteur, n'oxyde pas sensiblement l'aldéhyde salicylique, alors qu'additionné de chlorate de potassium il l'oxyde énergiquement.

» Ce suc de pomme de terre contient une ou plusieurs oxydases. Nous pensons que les combinaisons oxygénées dissociables qu'il renferme sont stabilisées par l'oxydase au contact de l'air quand on extrait le suc et deviennent dès lors impropres à céder leur oxygène.

» On a fait les trois mélanges suivants :

A	Extrait de foie de cheval	150^{cm^3}
	Suc d'épluchures de pommes de terre riche en oxydase	100
B	Extrait de foie de cheval	150
	Suc d'épluchures *bouilli*	100
C	Extrait de foie de cheval	150
	Suc d'épluchures *non bouilli*	100

» Ces trois lots sont abandonnés à l'air à 37° pendant 2 heures. On ajoute alors aux trois lots du carbonate de soude pour alcaliniser (0g, 3 pour 100)

et 1^{cm^3},5 d'aldéhyde salicylique. Au lot C on ajoute en outre 3^g de chlorate de potassium. Ces mélanges sont laissés à 40° pendant 24 heures. On a :

	Acide salicylique formé.
	g
A	0,000
B	0,038
C	0,060

» Ainsi, au contact de l'oxydase, l'extrait de foie a perdu ses propriétés oxydantes, tandis qu'elles persistent quand l'oxydase a été détruite par l'ébullition préalable et qu'elles se manifestent avec plus d'énergie en présence de chlorate de potassium. L'oxydase n'a donc pas détruit le ferment oxydo-réducteur. Si elle a empêché l'action oxydante de l'extrait de foie, c'est en agissant sur les combinaisons oxygénées que cet extrait contient.

» *En résumé*, la diastase oxydo-réductrice existe dans le règne végétal comme dans le règne animal. Mais à côté de ce ferment il existe chez les végétaux des oxydases du type laccase qui suppriment l'activité du ferment oxydo-réducteur en paraissant stabiliser les combinaisons oxygénées que ces sucs contiennent. Il suffit d'ajouter une combinaison oxygénée dissociable par le ferment, telle que le chlorate de potassium, pour que l'activité oxydante se manifeste nettement. »

ZOOLOGIE. — *La distribution géographique des Bryozoaires marins et la théorie de la bipolarité*. Note de M. L. Calvet, présentée par M. Alfred Giard.

« Le Dr W. Michaelsen, au nom du *Naturhistorisches Museum* de Hamburg, a bien voulu me confier l'étude d'une collection de Bryozoaires récoltés dans les eaux du sud de la Patagonie, de la Terre de Feu et de la Géorgie du Sud.

» Le nombre des espèces de cette collection s'élève à 63, dont 61 sont des formes marines et comprennent 11 espèces nouvelles, les deux autres formes appartenant aux eaux douces de l'île Picton et de Puerto Bridges. La théorie dite de la *bipolarité* ayant acquis, au cours de ces dernières années, un intérêt tout spécial et bien légitime, et les résultats fournis par l'étude de ces quelques espèces m'ayant paru insuffisants à justifier une

opinion favorable ou défavorable à cette théorie, j'ai cru utile d'étendre la statistique comparative de distribution géographique à toutes les espèces signalées jusqu'à ce jour dans les différentes mers de l'hémisphère sud. Cette étude fournira ainsi à l'opinion qui en sera la conséquence une base aussi solide que peut l'exiger l'importance de la théorie de la bipolarité.

» I. Les 61 espèces de la collection du musée de Hamburg appartiennent à la région subantarctique. Elles se distribuent dans 35 genres, dont 25 sont représentés dans les régions subarctique et arctique, par des espèces qui, pour la plupart, sont différentes de celles de la région subantarctique, puisque 13 espèces seulement, parmi ces dernières, se trouvent signalées dans les eaux subarctiques et arctiques. Les genres de la région subantarctique considérée ne se trouvent donc distribués dans les mers boréales correspondantes que dans la proportion de 71,4 pour 100, tandis que la proportionnalité des espèces est beaucoup moins élevée et réduite à 21,3 pour 100.

» D'autre part, parmi ces 61 espèces, il en est 17, en dehors des formes ubiquistes, qui habitent à la fois différentes localités subantarctiques des océans Atlantique, Indien et Pacifique; celles-ci peuvent être considérées comme offrant une distribution zonale ou circumpolaire, dans le faible pourcentage de 27,8.

» II. En ce qui concerne les espèces habitant l'hémispère sud, et plus particulièrement entre 20° et 60° de latitude sud, j'ai eu recours aux travaux de d'Orbigny, Busk, Hutton, Mac-Gillivray, Waters, Kirkpatrick, Hincks, Jullien, etc., comprenant la description et l'habitat des différentes espèces récoltées dans ces latitudes, soit par de simples collectionneurs, soit par les grandes expéditions scientifiques. A l'aide de ces divers matériaux, j'ai dressé un immense tableau où, en tenant un compte très minutieux de la synonymie spécifique et générique, toutes les espèces ont été inscrites, portant en regard leur distribution géographique dans les deux hémisphères. Voici les faits qu'il est facile de lire dans ce tableau comparatif qui comprend exactement 715 espèces groupées dans 119 genres.

» Parmi ces 119 genres de Bryozoaires marins de l'hémisphère sud, 80 sont représentés dans l'hémisphère boréal, soit dans une proportion de 67,2 pour 100. Quant aux 715 espèces, il en est 604 qui, n'ayant pas été signalées dans les mers boréales, bien connues cependant, paraissent appartenir spécialement aux eaux de l'hémisphère central, et 111 espèces seulement se trouvent représentées dans l'hémispère nord, soit sous leur forme-type, soit par des variétés spécifiques. La proportionnalité de distribution des espèces n'est donc que de 15,5 pour 100.

» En outre, sur ces 715 espèces, 540 habitent l'océan Pacifique, 196 l'océan Atlantique et 94 l'océan Indien; 59 espèces sont communes à l'océan Pacifique et à l'océan Atlantique, soit, pour les espèces de ce dernier, un pourcentage de 30,1; 36 espèces ont été signalées à la fois dans l'océan Pacifique et l'océan Indien, avec, pour celui-ci, une proportionnalité de 38,3 pour 100; 37 espèces habitent également l'océan Indien et l'océan Atlantique, soit 39,3 pour 100 pour le premier et 18,8 pour 100 pour le dernier; enfin, parmi les 715 espèces de l'hémisphère sud, il n'en est que 20 qui,

appartenant aux trois océans, peuvent être considérées comme distribuées zônalement ou circumpolairement.

» De cet examen comparatif il résulte que :

» 1° Les Bryozoaires marins de la région subantarctique de l'Atlantique ne sont représentés, dans les eaux antarctiques et arctiques, que dans la proportion de 71,4 pour 100, en ce qui concerne les genres, et de 20,1 pour 100 en ce qui regarde les espèces. Plus généralement, les Bryozoaires marins ne sont également distribués, dans les deux hémisphères, ni génériquement, ni spécifiquement : les genres habitant les eaux de l'hémisphère austral ne se retrouvent dans l'hémisphère boréal qu'avec un pourcentage de 67,3, tandis que la proportionnalité des espèces, dans les mêmes conditions, n'est que de 15,5 pour 100.

» 2° La distribution circumpolaire ou circumtropicale des espèces de Bryozoaires marins, dans l'hémisphère sud, est toujours très faible, mais elle est d'autant moins marquée que les régions continentales se trouvent séparées par des mers profondes et de grande étendue, et les faunes, dans ce dernier cas, manifestent un caractère local très apparent.

» De telles constatations ne sont pas de nature à consolider les bases, quelque peu ébranlées déjà, de la théorie de la bipolarité, et, en ce qui concerne les Bryozoaires marins, elle me paraît être grandement en défaut. Sans doute, les partisans de la théorie ne trouveront pas très favorable à leur argumentation la très faible proportion des espèces australes habitant les eaux boréales, non plus le très petit nombre d'entre elles à qui l'on pourrait attribuer le caractère de circumtropicité. Mais, d'un autre côté, ces mêmes partisans ne manqueraient pas d'invoquer, à l'appui de la bipolarité, le pourcentage générique, relativement élevé, si je ne me hâtais d'ajouter que cette proportionnalité est tout au moins aussi grande lorsqu'on compare les rares faunules tropicales et côtières, soit avec les genres arctiques et antarctiques, soit avec les genres subantarctiques, puisque nous ne savons encore à peu près rien de la faune bryozoologique antarctique.

» Enfin, quoique ne m'étant pas occupé, dans le tableau comparatif, de la distribution bathymétrique, il m'est permis de dire cependant et j'aurai l'occasion plus tard d'insister davantage à cet égard, que la faune des Bryozoaires marins doit être considérée comme essentiellement littorale, ne possédant dans les eaux profondes qu'un nombre infiniment petit d'espèces qui, d'ailleurs, et contrairement à la théorie de la bipolarité, ne sont pas représentées dans les eaux littorales des régions arctiques ou antarc-

tiques. Sans vouloir nier l'influence de la température dans la distribution géographique des êtres, tant dans la succession des périodes géologiques qu'à l'époque actuelle, je crois cependant que cette influence s'exerce à un degré très variable, suivant les groupes d'êtres vivants que l'on considère, et que, dans certains cas, elle peut être subordonnée à d'autres conditions, plus impérieuses sans doute : c'est ce que, dans une prochaine Communication, j'essaierai d'établir pour les Bryozoaires marins, en indiquant les causes principales auxquelles la distribution géographique de ce groupe me paraît être soumise. »

PHYSIOLOGIE. — *Influence de la température sur la durée des phases de la division indirecte.* Note de M. **J. Jolly**, présentée par M. Alfred Giard.

« L'influence de la température sur la vitesse des mouvements protoplasmiques, sur la croissance des végétaux et le développement des œufs des animaux est bien connue. Je me suis proposé d'étudier cette influence sur la vitesse de la division cellulaire, et d'en constater les effets par l'observation directe de la cellule. Pareille étude a déjà été abordée sur des cellules végétales (de Wildeman), mais n'a jamais été faite sur des cellules appartenant à des tissus animaux. J'ai choisi comme objet de mes expériences les globules rouges du sang du Triton. On peut obtenir facilement la multiplication de ces cellules en nourrissant des animaux qui sont restés longtemps à jeun; de plus, les différentes phases de la division indirecte peuvent y être suivies à l'état vivant avec la plus grande netteté.

» Le résultat de mes observations m'a montré qu'à la même température, la durée des phases de la division indirecte était assez constante, et qu'à 20° la durée moyenne des phases était la suivante : 25 minutes pour la phase de peloton serré, 40 minutes pour les phases de peloton lâche et d'étoile réunies, 15 minutes pour la phase de diaster, 10 minutes pour la phase d'étranglement et 60 minutes pour la reconstitution totale des cellules-filles depuis leur séparation, ce qui porte à 2 heures 30 minutes la durée de la karyokinèse à cette température.

» Si l'on fait varier la température, on voit que, entre 2° et 30°, la vitesse du phénomène s'accélère avec l'élévation de température. Le minimum de durée (1 heure 30 minutes environ) est atteint vers 30° (temp. optima). Entre 32° et 37° existe une zone dangereuse pour la vitalité de la cellule, qui meurt ordinairement au-dessus de 37° (temp. limite). A 2°, la durée de la division est considérable et ressemble souvent à un arrêt. La division commencée à la température du laboratoire peut cependant con-

tinuer jusqu'à — 2°. Entre — 2° et — 5° existe une zone dangereuse, et la cellule meurt le plus souvent au delà de —5°. Ces résultats sont consignés dans le Tableau suivant :

Durée moyenne des phases de la divison indirecte des globules rouges du Triton, aux différentes températures.

Température ([1]).	Peloton serré.	Peloton lâche et étoile.	Diaster.	Étranglement.	Début de la transformation de l'étoile-fille.	Apparition du réseau depuis la séparation.	Reconstitution des noyaux-filles.	Durée totale approximative.
2°.....	»	»	1h15m (1°,4)	57m42s (1°,6)	»	3h2m32s (2°,8)	»	»
5°.....	»	»	45m (4°,8)	43m18s (5°)	»	»	»	»
8°.....	»	»	»	32m48s (7°,3)	2h (8°)	2h26 (6°,8)	5h20 (8°)	»
10°.....	»	»	19m (10°)	22m (10°)	55m (10°)	1h24m30s (10°)	»	»
15°.....	»	1h20 (14°5)	»	15m12s (15°,3)	»	37m30s (16°,2)	»	»
20°.....	15m36s (20°,1)	39m30s (20°,1)	14m6s (20°,8)	10m24s (20°,8)	27m6s (19°,4)	35m12s (20°,7)	60m (21°,3)	2h30m
25°.....	10m (23°,6)	23m18s (23°,6)	11m (24°,3)	7m36 (25°)	17m30s (23°,2)	21m (24°,6)	47m48s (24°,8)	1h59m
30°.....	»	20m48s (29°,9)	9m (30°,9)	5m42 (31°,2)	14m24s (31°)	27m (32°)	37m36s (33°)	1h34m

» Dans un certain nombre d'expériences, j'ai pu observer des cellules témoins, soit dans la même préparation avant le changement de température, soit dans d'autres préparations, faites en même temps, dans les mêmes conditions, avec le sang du même animal, et observées au même moment, à une température différente. J'ai pu, de plus, dans la même cellule, en faisant varier la température, accélérer ou retarder la marche de la division.

» Il ne faudrait pas croire que, dans ces expériences, les variations de rapidité du phénomène dépendent uniquement du passage d'une température à une autre. L'effet produit n'est pas seulement la conséquence de la

---

([1]) On a indiqué dans cette colonne les températures approximatives.
Les températures moyennes exactes sont placées au-dessous de la durée moyenne des phases, évaluée ici d'après le résultat de 110 observations.

variation brusque. L'accélération se prolonge, même après l'élévation de température, et tant que la température reste élevée; de même, le ralentissement continue après l'abaissement de température, tant que la température reste basse. L'accélération et le ralentissement ne dépendent donc pas seulement du passage d'une température plus basse à une température plus élevée, et inversement; mais aussi du degré absolu de la température.

» La température a donc une influence directe sur la durée des phases de la division des cellules animales. Cette influence se manifeste sur toutes les phases de la division indirecte, mais semble pourtant se faire sentir un peu plus sur les phases médianes que sur les phases de transformation nucléaire. »

PHYSIOLOGIE VÉGÉTALE. — *Sur l'assimilation des alcools et des aldéhydes par le* Sterigmatocystis nigra. Note de M. **Henri Coupin**, présentée par M. Gaston Bonnier.

« Le meilleur aliment carboné que l'on puisse donner à une moisissure telle que le *Sterigmatocystis nigra* est, on le sait, un sucre tel que le saccharose ou le glucose. Ce champignon peut néanmoins emprunter le carbone à divers autres composés organiques. Ceux-ci étant encore mal connus, j'ai entrepris une série de recherches pour les déterminer avec certitude. Je donnerai seulement dans cette Note les résultats que j'ai obtenus avec les principaux alcools et les aldéhydes les plus communes.

» Les expériences ont été faites avec le liquide ci-dessous (que, pour abréger, nous appellerons : solution M) :

Eau distillée	300g
Saccharose	7
Acide tartrique	0,8
Nitrate d'ammonium	0,8
Phosphate d'ammonium	0,12
Carbonate de potassium	0,12
Carbonate de magnésium	0,08
Sulfate d'ammonium	0,05

» Ce liquide n'est autre que le liquide de Raulin privé de la moitié de son saccharose, ainsi que du zinc, du fer et du silicium dont j'ai montré précédemment l'inutilité (¹).

(¹) *Comptes rendus*, 1903.

» La liqueur étant placée dans des ballons de 1[l], on stérilise, puis on place dans l'étuve à 30° après l'avoir ensemencée avec quelques spores de *Sterigmatocystis*. Au bout d'une semaine environ, lorsque le mycélium a acquis quelque consistance, on ajoute l'alcool ou l'aldéhyde sous forme liquide (8^{cm^3}) ou solide (7^g) en prenant les précautions suffisantes pour éviter l'introduction de germes étrangers. Quand on juge la croissance terminée, on recueille le mycélium sur un filtre et on le pèse après l'avoir séché complètement. Voici, entre beaucoup d'expériences, les poids obtenus dans l'une d'elles :

Nature de l'alcool.	Solution nutritive.		Poids sec du mycélium.
			g
Alcools monoatomiques.	Solution M.................		1,80
	Saccharose	+ sol. M...	4,21
	Alcool méthylique	+ sol. M...	1,77
	» éthylique	+ sol. M...	3,05
	» propylique	+ sol. M...	0,79
	» butylique	+ sol. M...	0,82
	» amylique	+ sol. M...	1,40
	» allylique	+ sol. M...	1,29
Alcool biatomique :	Glycol	+ sol. M...	1,78
» *triatomique :*	Glycérine	+ sol. M...	3,51
» *tétratomique :*	Érythrite	+ sol. M...	4,25
» *hexatomique :*	Mannite	+ sol. M...	3,01
» *aromatique :*	Alcool benzoïque	+ sol. M...	0,90
Aldéhydes.	Aldéhyde méthylique	+ sol. M.	0,97
	» éthylique	+ sol. M.	1,10
	» benzoïque	+ sol. M.	0,55

» On voit par ce Tableau que les composés étudiés se sont comportés de manières très diverses. Les uns, comme l'alcool éthylique, ont cédé leur carbone et permis ainsi au *Sterigmatocystis* d'acquérir plus de poids que dans la solution M; ce sont des aliments. Les autres, comme l'alcool méthylique, sont, en quelque sorte, passés inaperçus de la part de la moisissure; celle-ci a acquis le même poids, ou à peu près, que dans la solution M. D'autres, enfin, non seulement n'ont pas cédé leur carbone, mais encore ont empêché le *Sterigmatocystis* d'assimiler le sucre restant dans la solution M; autrement dit, ils se sont comportés comme des poisons.

» *En résumé*, les alcools peuvent se grouper (dans les conditions de l'expérience bien entendu) de la façon suivante :

» 1° Alcools assimilables : *alcool éthylique* (¹), *glycérine, erythrite, mannite* (²);

» 2° Alcools non assimilables, indifférents : *alcool méthylique, glycol;*

» 3° Alcools non assimilables, légèrement toxiques : *alcool amylique, alcool allylique;*

» 4° Alcools non assimilables, franchement toxiques : *alcool propylique, alcool butylique, alcool benzoïque.*

» Les trois aldéhydes étudiées se sont montrées inassimilables et toxiques. »

BOTANIQUE. — *Sur une fonction spéciale des mycorhizes des racines latérales de la Vanille.* Note de M. **H. Jacob de Cordemoy**, présentée par M. Gaston Bonnier.

« Le champignon des racines d'Orchidées a été l'objet d'études nombreuses, notamment de la part de Wahrlich, Frank, Johow, Janse, Noël Bernard, etc. L'endophyte des racines aériennes de la Vanille, en particulier, est bien connu ; mais le rôle qu'il joue dans la biologie de son hôte, rôle que je me propose de signaler dans cette Note, ne me paraît pas avoir encore été entrevu.

» Depuis longtemps les cultivateurs de Vanille ont remarqué que le choix du support ou tuteur n'était pas indifférent à la végétation de la plante; que celle-ci se développait mieux, avec plus de vigueur, sur tel support que sur tel autre. A l'île Bourbon, par exemple, où la culture de la Vanille a une importance très grande (³), les planteurs ont essayé tour à tour divers supports vivants, dont les plus employés sont : le Filao (*Casuarina equisetifolia* Forst.), le Pignon d'Inde (*Jatropha curcas* L.) et le Vacoua (*Pandanus utilis* Bory).

» Le premier, dont l'écorce est très dure et ne tarde pas à s'exfolier par larges plaques qui, en se détachant, entraînent avec elles les racines

---

(¹) L'assimilabilité de l'alcool éthylique par le *Sterigmatocystis* était déjà connue (Duclaux).

(²) On remarque qu'il n'y a pas de relation nette entre l'assimilabilité d'un alcool et son atomicité. Ces alcools-aliments sont d'ailleurs, on le voit, peu nombreux.

(³) Les échantillons étudiés ont été recueillis par moi à l'île Bourbon, lors d'un récent séjour dans cette colonie.

adventives, est considéré maintenant comme un support défectueux, au point de vue cultural. Les deux autres, et surtout le *Pandanus,* donnent, au contraire, toute satisfaction.

» En un mot, ces observations pratiques étaient de nature à faire admettre que les racines de la Vanille trouvent, dans la tige vivante à laquelle elles adhèrent, plus qu'un simple support, et qu'entre celui-ci et l'Orchidée il existe des rapports beaucoup plus étroits qu'il importait de déterminer.

» Je me suis servi, pour l'étude, de racines latérales de Vanille de belle venue et saines, qui adhéraient fortement à la surface de tiges ou de rameaux de *Jatropha curcas* et de *Pandanus utilis.*

» Des coupes transversales pratiquées simultanément dans les racines adventives et la tige de *Jatropha* ou de *Pandanus,* à laquelle elles adhéraient, offrent les détails de structure suivants :

» A. La racine ne présente pas, autour de son cylindre central, d'endoderme caractérisé, soit par les plissements de cadres subérifiés, soit par des épaississements lignifiés de ses membranes cellulaires. L'écorce, formée de cellules minces et arrondies, offre, à sa périphérie, deux assises cellulaires remarquables :

» 1° Un *exoderme,* composée de cellules à épaississements lignifiés en U, à convexité externe. Mais les membranes de ces cellules, qui sont régulièrement épaisses et sclérifiées dans toute la partie de l'exoderme correspondant à la surface libre de la racine, restent minces dans certaines des cellules exodermiques qui correspondent à sa face adhérente. Ces cellules exodermiques à membrane mince et cellulosique (*cellules de passage* de Oudemans) sont plus grandes que les autres et pourvues d'un protoplasma granuleux et d'un gros noyau nucléolé.

» 2° Une assise cellulaire située en dehors de cet exoderme, et dont les éléments sont prolongés en longs poils radicaux. Ceux-ci ne tardent pas à disparaître à la surface libre de la racine; mais, par contre, sur toute l'étendue de sa face adhérente, les cellules de cette assise pilifère sont régulièrement prolongées en longs et gros poils qui vont s'appliquer étroitement contre le liège du support.

» B. La portion de rameau de *Jatropha* examinée comprenait : 1° une couche subéreuse composée de 15 assises de cellules rectangulaires, en files radiales régulières; 2° en dedans de ce liège, une écorce à cellules minces, arrondies, dont beaucoup renferment des mâcles de cristaux d'oxalate de calcium (*cristaux en oursins*); cette couche corticale est formée, en réalité, d'écorce primaire et de phelloderme.

» C. Dans l'étroit espace existant entre la face adhérente de la racine et le support, et qu'occupe la masse des poils radicaux, et *entre ces poils,* on voit ramper un mycélium de champignon. Ce filament mycélien, relativement épais, ramifié, à membrane brunâtre et cutinisée, est cylindrique ou bien présente des étranglements successifs qui donnent à certaines de ses ramifications une apparence de chapelets.

» En outre, à l'intérieur et à la base des poils, et notamment au niveau des *cellules de passage,* on observe des faisceaux de filaments mycéliens très fins qui, d'une part, pénètrent, en traversant la membrane mince, dans les *cellules de passage,* et, d'autre

part, se dirigent, en se ramifiant dans l'intérieur des poils, vers les extrémités de ceux-ci, lesquelles adhèrent fortement aux assises externes du liège du support.

» Dans les *cellules de passage*, l'endophyte forme autour du noyau un lacis complexe, puis envoie des ramifications mycéliennes divergentes qui perforent les membranes minces des cellules corticales où elles se pelotonnent. Ces petites pelotes mycéliennes se rencontrent à peu près dans toutes les cellules de l'écorce correspondant à la face adhérente de la racine; elles sont moins fréquentes du côté de sa surface libre.

» Enfin, et c'est précisément sur ce point que je désire attirer l'attention, les filaments qui parcourent en se ramifiant toute la longueur des poils radicaux adhérents au support, quittent ceux-ci, soit en traversant leur membrane, soit en passant par leurs extrémités détruites et ouvertes, pour pénétrer *dans le liège du support*.

» Dans ce liège, les filaments mycéliens de l'endophyte cheminent en se ramifiant, et ces ramifications s'étendent progressivement de dehors en dedans, en passant généralement *entre les cellules subéreuses,* soit dans le sens radial, soit dans le sens tangentiel. Ces filaments mycéliens grêles, qui se colorent fortement par le brun Bismarck, se distinguent ainsi nettement des membranes subéreuses entre lesquelles ils sont interposés; d'ailleurs leur finesse augmente, et l'observation devient, par suite, de plus en plus délicate, à mesure qu'ils gagnent les assises profondes du liège. Quoi qu'il en soit, l'endophyte finit par arriver dans la couche corticale du support, où il continue à se ramifier; et ces ramifications mycéliennes forment dans toutes les cellules de cette écorce des pelotes analogues à celles de la racine. Les cellules à oxalate de calcium en renferment comme les autres.

» Les filaments mycéliens pelotonnés dans les cellules corticales, aussi bien dans la racine latérale que dans son support, offrent de place en place des renflements à enveloppe cutinisée, qui sont sans doute des chlamydospores.

» *En résumé :* 1° il existe, entre les racines latérales et aériennes de la Vanille cultivée et le support auquel elles adhèrent étroitement, un mycorhize à la fois ectotrophique et endotrophique. L'endophyte présente un mycélium ramifié et continu qui, par les poils radicaux servant de voies de passage, mettent en relation étroite la racine latérale avec son support vivant; 2° à ce mode de communication morphologique correspond très probablement une communication physiologique, le champignon étant susceptible de puiser dans les tissus du support vivant certains principes nutritifs utiles à la végétation de l'Orchidée. Il y aurait, par suite, entre celle-ci et le mycorhyze, une association symbiotique réelle.

» Il est à présumer, d'ailleurs, que des faits du même ordre se retrouveront chez d'autres Orchidées, et aussi, sans doute, chez d'autres plantes grimpantes. »

GÉOLOGIE. — *Sur les nappes de recouvrement du versant méridional de la Montagne Noire.* Note de M. **J. Bergeron**, présentée par M. Michel Lévy.

« Sur le versant méridional de la montagne Noire se voient trois bandes formées de terrains paléozoïques fossilifères; elles sont orientées sensiblement NE-SO, et sont disposées en retrait les unes par rapport aux autres. Vers le nord, elles s'appuient contre le massif de Cambrien plissé et métamorphisé qui constitue l'axe de la Montagne Noire; vers le sud, elles disparaissent sous des sédiments secondaires et tertiaires.

» La bande la plus occidentale est constituée de la façon suivante. Contre le Cambrien du massif axial sont appliqués des schistes ordoviciens, peu épais, très plissés, très froissés. Dessus reposent des calcaires sans fossiles qui doivent représenter le Dévonien inférieur et moyen, car ils passent au Dévonien supérieur caractérisé par ses fossiles. C'est contre les calcaires de ce dernier étage que butent les schistes ordoviciens qui forment la base de la deuxième bande. Mais parfois, dans le lit des ruisseaux, quand ils ont été creusés assez profondément, apparaissent, sous les schistes ordoviciens de la base de la deuxième bande, des schistes carbonifères (tournaisiens) qui font suite aux calcaires du Dévonien supérieur de la première bande.

» Cette première bande émerge de dessous le Tertiaire à Villeneuve-Minervois, passe par Caunes (Aude) et s'étend vers le NE en s'infléchissant de manière à prendre finalement une direction NNE. Elle disparaît au niveau du hameau de Saint-André, en se coinçant entre le massif axial et la deuxième bande. Je rattache à cette première bande un lambeau formé des mêmes assises, disposées identiquement, qui se trouve à Saint-Pons. D'après une coupe relevée au col situé entre les hameaux d'Abeuradou et d'Argentières, les calcaires dévoniens de la première bande n'ont pas de racine, mais ils forment une sorte de noyau entre les schistes ordoviciens des deux premières bandes. C'est une allure caractéristique des nappes de recouvrement; la première bande n'est donc autre chose qu'une nappe.

» Il résulte de ce que j'ai dit plus haut de la façon dont les schistes ordoviciens de la base de la seconde bande recouvrent le Carbonifère de la première, que cette seconde bande n'est encore autre chose qu'une nappe de recouvrement. Elle occupe une très grande surface dans laquelle on peut distinguer deux régions : celle de l'ouest où est très développé le Cambrien fossilifère, affecté de nombreux plis tous renversés vers le nord, ce qui explique comment cette deuxième nappe débute par l'Ordovicien couché sur la première. Dans celle de l'est le Cambrien disparaît sous l'Ordovicien que recouvrent le Dévonien et le Carbonifère. L'allure des terrains dans cette dernière région est plus régulière que dans la première.

» La troisième bande est également une nappe de recouvrement; elle débute aussi

par des schistes ordoviciens reposant sur le Carbonifère de la deuxième nappe. Je l'ai décrite précédemment (1); je n'insisterai pas sur sa composition. Elle a été réduite par les érosions à l'état de lambeaux qui s'étendent de Laurens au sud jusqu'à Cabrières au nord.

» *En résumé*, les trois bandes paléozoïques fossilifères du versant méridional de la Montagne Noire correspondent à trois nappes de charriage venant du sud-est et refoulées contre le massif axial de la montagne.

» De l'étude détaillée de la troisième nappe ressort le fait que le charriage est postérieur au dépôt du Viséen. Il est bien vraisemblable que c'est à la même époque que s'est produit, dans la région du Vigan, le charriage d'une nappe de Cambrien renversé. Celle-ci a été traversée par une masse granitique des plus importantes, qui a métamorphisé les schistes en contact et les a transformés en gneiss sur quelques mètres de large. Parfois il s'en est détaché des apophyses qui se sont modifiées en microgranite (2) en passant au milieu des schistes. Il résulte de ces faits que l'éruption de ce granite est postérieure au Viséen, mais elle est antérieure au Stéphanien puisque l'on trouve, dans les conglomérats du bassin houiller de Sumène, des débris du même granite et de schistes métamorphisés; elle date donc du Carbonifère.

» Toutes les nappes de recouvrement de la Montagne Noire et des Cévennes se sont produites sous l'action d'une force venant du sud et elles proviennent de régions correspondant encore à des dépressions. »

GÉOLOGIE. — *Observations géologiques aux environs de Thonon-les-Bains (Haute-Savoie).* Note de M. **H. Douxami**, présentée par M. Michel Lévy.

« Entre les premières chaînes des Préalpes du Chablais et le lac Léman s'étend un vaste territoire constitué presque exclusivement par les dépôts pléistocènes et récents. On y distingue, en partant des plus récentes, les formations suivantes :

» 1° Les *alluvions récentes :* alluvions actuelles de la Dranse, de l'Hermance et de

(1) *Comptes rendus,* séance du 6 juin 1898. — *Bull. Soc. géol. Fr.*, 3e série, t. XXVII, 1899, p. 668.

(2) Michel Lévy, Notes inédites.

leurs deltas, dunes de la baie de la Coudrée, tourbes superficielles et le limon à briques et à poteries.

» 2° Les *alluvions des basses terrasses* fluviolacustres, étagées aux environs de Thonon à 5m-7m, 10m-15m, 30m au-dessus du niveau actuel du lac. Celle de 30m est connue sur presque tout le pourtour du lac Léman. Ces alluvions, parfois complètement sableuses (près d'Excenevex), reposent toujours sur la moraine de fond. Elles inclinent de 20°-25° vers le lac, indiquant un abaissement du niveau du lac par la destruction progressive du barrage glaciaire du défilé de Fort-l'Écluse en aval de Genève [1].

» 3° Les *alluvions des hautes terrasses* étagées à 50m-55m (terrasse de Thonon), 77m (Sur Crête), 104m, 203m-210m (la Chavanne), 230m et enfin 250m (Lyaud) au-dessus du niveau actuel du lac. La terrasse de la Chavanne se poursuit sur la rive droite de la Dranse vers Evian et repose sur les alluvions anciennes de la Dranse. Ces alluvions, sauf la première, sont d'origine fluvio-glaciaire. Elles renferment fréquemment des blocs cristallins non roulés et se relient avec des dépôts morainiques. Nous leur rattachons la plupart des dépôts post-glaciaires distingués par les différents auteurs.

» 4° Les *dépôts glaciaires :* moraine de fond très développée, blocs erratiques, quelques remparts morainiques de différents âges et enfin les débris de l'ancienne moraine superficielle du glacier du Rhône (Yvoire, Boisy, les Allinges, et dans l'intérieur du Chablais, Lullin, Vailly, Morzine à Chevenod dans les vallées des trois Dranses).

» 5° Les *alluvions anciennes de la Dranse*, agglomérées généralement en poudingues; exclusivement constituées par des roches chablaisiennes, sans aucun élément cristallin, et reliées avec des moraines locales très anciennes [2] (usine électrique d'Évian, Abondance, Saint-Jean d'Aulph). Elles sont recouvertes au débouché de la vallée par les alluvions des plus hautes terrasses fluvio-glaciaires ou par le glaciaire. Celui-ci s'éboule parfois jusqu'à la vallée actuelle (Armoy, Grotte des Fées) et atteint le niveau de la vallée lorsque ces alluvions ou leurs moraines disparaissent (Bonnevaux, Saint-Jean d'Aulph, Morzine). Ces dépôts glaciaires ont fourni tous les blocs de protogine exploités dans la vallée de la Dranse.

» Ces dépôts pléistocènes, à l'extérieur des Préalpes, ne laissent affleurer que quelques lambeaux des terrains plus anciens. Tels sont : les affleurements de *molasse aquitanienne* du coteau de Boisy, dus au bombement anticlinal de la Molasse suisse; la colline des Allinges, prolongement des Voirons, constituée par des couches de grès à pavés, séparées par des bancs de marnes noirâtres et inclinées au sud-est de 35°. Un banc de grès inférieur renferme des fragments noduleux d'ambre [3]; des bancs supérieurs constituent un véritable conglomérat polygénique identique à celui des Voirons. Dans les grès ou dans les marnes on trouve des traces de fucoïdes et *nous rapportons cet ensemble à la partie supérieure du Flysch tongrien* et non à la molasse aquita-

---

(1) H. Douxami, *B. Serv. Carte géol.*, n° 81.

(2) M. Lugeon, *B. S. g. Fr.*, 4e série, t. I, 1901, p. 707-709, et A. Favre, *Rech. géol.*, t. I, 1887.

(3) Carrière derrière l'église des Allinges.

nienne comme l'indique la Carte géologique. *Ces couches ne seraient donc pas en place et auraient été charriées* comme le reste des Voirons avec les Préalpes. Les lambeaux de Lias du mont Benant, du Trias des environs de Vinzier et de Vougron se rattachent au contraire aux Préalpes médianes; de même le lambeau de Flysch et de Trias avec gypse qui affleure par suite de l'érosion sous Armoy (vallée de la Dranse).

» Dans toute la région comprise entre les Allinges et les Préalpes, les terrains quaternaires présentent des cavités en forme d'entonnoir atteignant parfois plusieurs centaines de mètres de diamètre. La plupart sont boisées et desséchées, mais quelques-unes (*Tines :* les Blaves, sur Aviet, Amphion, Orcier) présentent encore une nappe d'eau alimentée par des sources pérennes très abondantes. Les eaux sont caractérisées par une forte teneur en calcaire et en sulfate de chaux et présentent sur une grande épaisseur une belle couleur bleu cuivré. On a donc là de véritables *dolines* dues à l'existence en profondeur de gypse, prolongement souterrain de celui d'Armoy. Ces dolines semblent ainsi jalonner le bord nord des Préalpes déjà indiqué par les affleurements de Lias et de Trias de la région d'Évian.

» En outre, plus au nord, ces dolines se continuent et se rattachent à une nouvelle série d'entonnoirs de dissolution, situés entre les Allinges et le lac Léman, en particulier sur la terrasse de Thonon (route de Genève). Telles sont les sources de la Versoix, captées par la ville de Thonon, et le lac Noir.

» La nappe d'eau du lac Noir, bien que fort diminuée, est encore assez étendue. La plupart de ces dolines étaient autrefois, comme l'indique encore aujourd'hui à tort la Carte d'État-Major, plus ou moins remplies d'eau (1). Ces lacs de dolines, essentiellement temporaires, disparaissent quand les eaux trouvent un chemin différent plus profond et ne reviennent au jour qu'à un niveau inférieur, parfois même sous les eaux du lac Léman.

» Ces dolines des environs immédiats de Thonon sont évidemment dues, comme celles situées plus au sud, à la présence, en profondeur, de masses solubles de gypse dont l'existence ne se révèle que grâce aux actions de dissolution.

» L'âge de ce gypse souterrain ne peut donner lieu qu'à deux hypothèses :

» 1° Ou bien il est tertiaire, d'âge aquitanien comme les gypses que nous avons étudiés aux environs de Genève et de Lausanne. Ces derniers,

---

(1) Renseignements fournis par M. Jacob, préparateur de Géologie près la Faculté des Sciences de Grenoble.

situés à l'est de la ligne anticlinale de la Molasse, occuperaient la même position que ceux de Thonon par rapport aux dépôts aquitaniens de la colline de Boisy.

» 2° Ou bien, ce gypse se rattacherait au gypse d'Armoy et serait par suite triasique. Dans cette dernière hypothèse il indiquerait en profondeur le prolongement des Préalpes médianes bien au delà des limites actuellement connues, en avant de la zone des Voirons-Allinges. »

PALÉONTOLOGIE. — Palaeoblattina Douvillei, *considéré d'abord comme un Insecte, est une pointe génale de Trilobite*. Note de M. **Agnus**, présentée par M. Albert Gaudry. (Extrait.)

« En 1884, Charles Brongniart signalait une empreinte d'aile trouvée dans les grès siluriens de Jurques (Calvados). Il l'attribua à un Insecte qu'il désigna sous le nom de *Palaeoblattina Douvillei*.

» C'était le plus ancien être à respiration aérienne connu, et, au point de vue phylogénique, il pouvait présenter un grand intérêt.

» D'après l'opinion d'éminents entomologistes, il semblait naturel de regarder *Palaeoblattina* comme un *type synthétique* d'Insecte.

» Cependant le doute subsistait dans l'esprit de quelques géologues, l'empreinte ayant été trouvée dans un grès qui renferme une faune où l'on n'a rencontré jusqu'ici que des formes marines.

» Grâce à la bienveillance de M. Douvillé, professeur à l'École des Mines, qui me confia l'échantillon type, j'ai pu examiner ce curieux fossile et l'étudier en détail, afin d'en préciser la nature qui a été très diversement interprétée.

» J'ai vainement cherché des affinités avec les nombreuses formes fossiles que j'ai étudiées et classées au laboratoire de Paléontologie du Muséum, notamment avec les formes des Blattidés.

» La présence d'une dépression longitudinale bien marquée, surtout à la base de l'empreinte, a constitué un caractère important pour orienter mes recherches et découvrir les affinités de *Palaeoblattina* avec d'autres formes fossiles : ces dernières sont *les Trilobites*.

» Les Trilobites pullulaient en effet dans les mers anciennes. Leurs plèvres, leurs pointes génales sont souvent sillonnées et ornées; c'est ce qui s'observe notamment chez les *Asaphidés*. Des échantillons qui m'ont

été communiqués par M. le professeur Barrois m'ont fourni des termes de comparaison qui me permettent de faire disparaître les doutes. Palaeoblattina *est une pointe génale d'Asaphidé.* »

M. L. **Jays** adresse une réclamation de priorité « Sur les radiations de nature inconnue de certaines eaux minérales ».

(Renvoi à la Section de Médecine.)

La séance est levée à 4 heures et demie.

M. B.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

Ouvrages reçus dans la séance du 18 janvier 1904.

Comptes rendus hebdomadaires des séances de l'Académie des Sciences, publiés par MM. les Secrétaires perpétuels; Tome CXXXVI, janvier-juin 1903. Paris, Gauthier-Villars, 1903; 1 vol. in-4°.

Plan eines Corpus der griechischen Urkunden des Mittelalters und der neueren Zeit. Bestimmt zur Vorlage zweiten allgemeinen Sitzung der « Association internationale des Académies », London, 1904. Munich, G. Franz, 1903; 1 fasc. in-4°. (10 exemplaires, adressés par l'Académie royale des Sciences de Bavière.)

Organisation luftelektrischer Forschungen. Antrag des Verbandes der wissenschaftlichen Körperschaften von Göttingen, Leipzig, München, Wien an die internationale Association der Akademien. s. l. n. d.; 1 fasc. in-8° de 12 p. (10 exemplaires adressés par l'Académie royale des Sciences de Bavière.)

Observatoire d'Alger. Catalogue photographique du Ciel. Coordonnées rectilignes : Introduction, par M. Ch. Trépied; t. V, 1er fasc.; t. VI, 1er fasc.; t. VII, 1er fasc. Paris, Gauthier-Villars, 1903; 4 fasc. in-4°. (Présenté par M. Lœwy.)

L'alimentation et les régimes chez l'homme sain et chez les malades, par Armand Gautier, Membre de l'Institut. Paris, Masson et Cie, 1904; 1 vol. in-8°. (Hommage de l'auteur.)

Cours du Collège de France : *Propagation de l'Électricité, histoire et théorie,* par Marcel Brillouin. Paris, A. Hermann, 1904; 1 vol. in-4°. (Présenté par M. Maurice Levy.)

Traité des variations des os du crâne de l'homme et de leur signification au point de vue de l'Anthropologie zoologique, par M. A.-F. Le Double. Paris,

Vigot frères, 1903; 1 vol. in-8°. (Présenté par M. Edm. Perrier et renvoyé au concours du prix Montyon.)

Rapport sur les observations glaciaires en Haute-Maurienne, dans les Grandes-Rousses et l'Oisans, dans l'été de 1902, par M. PAUL GIRARDIN. *Revue de Glaciologie*, n° 2, année 1902, par M. CHARLES RABOT. Paris, Ph. Renouard, 1903; 1 fasc. in-8°. (Hommage de la Commission française des Glaciers.)

Observations sur l'enneigement et sur les chutes d'avalanches, exécutées par l'Administration des forêts dans le département de la Savoie. Paris, au siège du Club alpin, 1903; 1 fasc. in-4°. (Hommage de la Commission française des Glaciers.)

Bulletin international du Bureau central météorologique de France. Directeur : E. MASCART; 45[e] année, n° 1, 1[er] janvier 1904. Paris; 1 feuille in-4°.

Bulletin de la Société astronomique de France et revue mensuelle d'Astronomie, de Météorologie et de Physique du globe; janvier 1904. Paris, Hôtel des Sociétés savantes; 1 fasc. in-8°.

Annales d'Hygiène et de Médecine coloniale; t. VII, n° 1, 1904. Paris, Octave Doin; 1 fasc. in-8°.

Annales médico-psychologiques, journal destiné à recueillir tous les documents relatifs à l'aliénation mentale, aux névroses et à la médecine légale des aliénés; 62[e] année, 8[e] série, t. XIX, n° 1, janvier-février 1904. Paris, Masson et C[ie]; 1 fasc. in-8°.

Recueil de Médecine vétérinaire, publié par le Corps enseignant de l'École d'Alfort; t. LXXXI, n° 1, 15 janvier 1904; Paris, Asselin et Houzeau; 1 fasc. in-8°.

(*A suivre*.)

ERRATA.

(Séance du 4 janvier 1904.)

Note de M. *L. Beulaygue*, Le monosulfure de sodium, comme réactif indicateur, dans le dosage du glucose par la liqueur de Fehling :

Page 53, ligne 10, *au lieu de* alcool, *lisez* alcali.

N° 6.

TABLE DES ARTICLES. (Séance du 8 février 1904.)

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

NOMINATIONS.

CORRESPONDANCE.

N° 6.

SUITE DE LA TABLE DES ARTICLES.

PARIS. — IMPRIMERIE GAUTHIER-VILLARS,
Quai des Grands-Augustins, 55.

Le Gérant : Gauthier-Villars.

1904

PREMIER SEMESTRE.

COMPTES RENDUS

HEBDOMADAIRES

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES

PAR MM. LES SECRÉTAIRES PERPÉTUELS.

TOME CXXXVIII.

N° 7 (15 Février 1904).



PARIS,

GAUTHIER-VILLARS, IMPRIMEUR-LIBRAIRE

DES COMPTES RENDUS DES SÉANCES DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES,

Quai des Grands-Augustins, 55.

1904

RÈGLEMENT RELATIF AUX COMPTES RENDUS,

ADOPTÉ DANS LES SÉANCES DES 23 JUIN 1862 ET 24 MAI 1875.

Les *Comptes rendus hebdomadaires des séances de l'Académie* se composent des extraits des travaux de ses Membres et de l'analyse des Mémoires ou Notes présentés par des savants étrangers à l'Académie.

Chaque cahier ou numéro des *Comptes rendus* a 48 pages ou 6 feuilles en moyenne.

26 numéros composent un volume.

Il y a deux volumes par année.

ARTICLE 1er. — *Impression des travaux de l'Académie.*

Les extraits des Mémoires présentés par un Membre ou par un Associé étranger de l'Académie comprennent au plus 6 pages par numéro.

Un Membre de l'Académie ne peut donner aux *Comptes rendus* plus de 50 pages par année.

Les communications verbales ne sont mentionnées dans les *Comptes rendus*, qu'autant qu'une rédaction écrite par leur auteur a été remise, séance tenante, aux Secrétaires.

Les Rapports ordinaires sont soumis à la même limite que les Mémoires; mais ils ne sont pas compris dans les 50 pages accordées à chaque Membre.

Les Rapports et Instructions demandés par le Gouvernement sont imprimés en entier.

Les extraits des Mémoires lus ou communiqués par les correspondants de l'Académie comprennent au plus 4 pages par numéro.

Un Correspondant de l'Académie ne peut donner plus de 32 pages par année.

Dans les *Comptes rendus*, on ne reproduit pas les discussions verbales qui s'élèvent dans le sein de l'Académie; cependant, si les Membres qui y ont pris part désirent qu'il en soit fait mention, ils doivent rédiger, séance tenante, des Notes sommaires, dont ils donnent lecture à l'Académie avant de les remettre au Bureau. L'impression de ces Notes ne préjudicie en rien aux droits qu'ont ces Membres de lire, dans les séances suivantes, des Notes ou Mémoires sur l'objet de leur discussion.

Les Programmes des prix proposés par l'Académie sont imprimés dans les *Comptes rendus*, mais les Rapports relatifs aux prix décernés ne le sont qu'autant que l'Académie l'aura décidé.

Les Notices ou Discours prononcés en séance publique ne font pas partie des *Comptes rendus*.

ARTICLE 2. — *Impression des travaux des Savants étrangers à l'Académie.*

Les Mémoires lus ou présentés par des personnes qui ne sont pas Membres ou Correspondants de l'Académie peuvent être l'objet d'une analyse ou d'un résumé qui ne dépasse pas 3 pages.

Les Membres qui présentent ces Mémoires sont tenus de les réduire au nombre de pages requis. Le Membre qui fait la présentation est toujours nommé; mais les Secrétaires ont le droit de réduire cet Extrait autant qu'ils le jugent convenable, comme ils le font pour les articles ordinaires de la correspondance officielle de l'Académie.

ARTICLE 3.

Le *bon à tirer* de chaque Membre doit être remis à l'imprimerie le mercredi au soir, ou, au plus tard, le jeudi à 10 heures du matin; faute d'être remis à temps, le titre seul du Mémoire est inséré dans le *Compte rendu* actuel, et l'extrait est renvoyé au *Compte rendu* suivant, et mis à la fin du cahier.

ARTICLE 4. — *Planches et tirage à part.*

Les *Comptes rendus* n'ont pas de planches.

Le tirage à part des articles est aux frais des auteurs; il n'y a d'exception que pour les Rapports et les Instructions demandés par le Gouvernement.

ARTICLE 5.

Tous les six mois, la Commission administrative fait un Rapport sur la situation des *Comptes rendus* après l'impression de chaque volume.

Les Secrétaires sont chargés de l'exécution du présent Règlement.

Les Savants étrangers à l'Académie qui désirent faire présenter leurs Mémoires par MM. les Secrétaires perpétuels sont priés de les déposer au Secrétariat au plus tard le Samedi qui précède la séance, avant 5h. Autrement la présentation sera remise à la séance suivante

ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 15 FÉVRIER 1904,

PRÉSIDENCE DE M. MASCART.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

M. le **Président** annonce à l'Académie la perte douloureuse qu'elle vient de faire dans la personne de M. *Callandreau*, Membre de la Section d'Astronomie, et s'exprime en ces termes :

« Notre excellent Confrère M. Callandreau, enlevé subitement dans la journée du 13 février, était sorti, en 1874, de l'École Polytechnique, qui ne tarda pas à le rappeler comme répétiteur et professeur; il fit toute sa carrière à l'Observatoire de Paris, où il devint astronome titulaire.

» L'Académie des Sciences a récompensé ses travaux par le prix Lalande, en 1884, et par le prix Damoiseau, en 1891; il y fut nommé, en 1893, dans la Section d'Astronomie, en remplacement de l'amiral Mouchez, à la presque unanimité des suffrages.

» M. Callandreau était un de ces savants modestes et laborieux, qui se livrent aux recherches les plus ardues sans se laisser rebuter par le temps qu'elles exigeront et sans aucun souci de leur réputation dans le public; il était bien, à ce point de vue, l'élève fidèle et préféré de Tisserand.

» Observateur exact et précis lui-même, il était préoccupé de donner à son œuvre une sorte d'achèvement pratique, pour aboutir à des résultats numériques, afin de faciliter la tâche ultérieure et d'augmenter le profit des observations. C'est dans cet esprit qu'il fit des Tables pour les éphémérides des planètes, des calculs d'orbites, des études approfondies sur la marche des comètes; qu'il indiqua un procédé graphique pour traduire les époques des occultations et qu'il entreprit ses grands travaux sur les perturbations des planètes, en y perfectionnant les méthodes des plus illustres géomètres.

» Il prit une part très active à la rédaction de la *Mécanique céleste* de

Tisserand, et sa collaboration continue au *Bulletin astronomique*, depuis 1884, eut surtout pour objet de faire connaître et de discuter les travaux publiés à l'étranger.

» M. Callandreau représentait dignement la Science française dans le monde astronomique. Nous l'avons connu, trop peu de temps, comme un Confrère de commerce très sûr et de relations agréables; sa fin prématurée laisse parmi nous de profonds regrets. »

La séance est levée en signe de deuil, après le dépouillement de la Correspondance.

PHYSIQUE MATHÉMATIQUE. — *Sur l'unicité de la solution simple fondamentale et de l'expression asymptotique des températures, dans le problème du refroidissement.* Note de M. **J. Boussinesq.**

« I. On sait comment Fourier, dans le problème du refroidissement des corps, a mis l'expression générale de leur température u sous la forme d'une série, dont les termes, dits *solutions simples*, sont, chacun, le produit d'une constante arbitraire, changeante avec l'état initial, par un facteur U, fonction des coordonnées x, y, z, et par une exponentielle décroissante, e^{-mt}, où figure le temps t, ces fonctions U et les coefficients d'extinction m dépendant uniquement de la configuration ainsi que de la nature du corps, et les valeurs de m étant de plus en plus grandes à mesure qu'on s'éloigne dans la série. D'ailleurs, si l'on se borne aux cas effectivement traités par Fourier et ses successeurs, il correspond toujours, à la valeur de m *la plus petite*, une fonction U *unique* et *de même signe* dans tout le corps, donnant ainsi une solution simple $\mathrm{CU}e^{-mt}$, dite *fondamentale*, qui, à elle seule, *sans autre arbitraire que* C, exprime la température *asymptotiquement*, c'est-à-dire quand le temps t devient très grand : au contraire, pour les autres valeurs de m, le facteur U change de signe dans l'intérieur du corps et admet, *parfois*, plusieurs formes, ou donne *plusieurs* solutions simples comportant tout autant de constantes arbitraires, quoique à exponentielle e^{-mt} *commune*.

» Après un important Mémoire de M. Schwarz, où était traitée par une minutieuse et profonde analyse la question analogue des vibrations transversales d'une membrane, M. Poincaré, en observant que la température u reste indéfiniment supérieure à zéro *partout* dès qu'elle l'était au début, a fait voir, synthétiquement, qu'une telle solution simple, *à signe invariable*,

existe, en effet, pour tout corps, et y correspond *à la plus petite valeur de m*. D'autre part, M. Picard a démontré, dans le cas d'une plaque mince, athermane, homogène et isotrope, à bases imperméables, ayant son contour maintenu à la température zéro, que deux solutions distinctes, pour cette valeur de m la plus petite, sont impossibles, par suite de ce fait, établi au moyen d'une délicate analyse, que l'enlèvement d'une fraction quelconque de la plaque ferait croître m; car, si deux solutions simples étaient possibles pour la valeur de m la plus petite, l'une d'elles devrait, comme on sait, changer de signe, en *s'annulant*, sur une certaine surface tracée dans le corps, suivant laquelle on pourrait, dès lors, le limiter *sans faire croître m*.

» Mais une démonstration générale et simple de cette unicité de la solution fondamentale paraissait manquer encore. Je me propose de la donner, ici, pour tout corps, hétérogène, à contexture symétrique (c'est-à-dire admettant un potentiel des flux de chaleur) et à surface ou intérieur rayonnants.

» II. On aura comme équation indéfinie du problème, en appelant ρ et k_1 la capacité calorifique et le pouvoir rayonnant de l'unité de volume,

$$(1)\qquad \rho\frac{du}{dt} = \frac{dF_x}{dx} + \frac{dF_y}{dy} + \frac{dF_z}{dz} - k_1 u,$$

où les trois flux F_x, F_y, F_z recevront les expressions

$$(2)\qquad \begin{cases} F_x = a\dfrac{du}{dx} + f\dfrac{du}{dy} + e\dfrac{du}{dz}, \\ F_y = f\dfrac{du}{dx} + b\dfrac{du}{dy} + d\dfrac{du}{dz}, \\ F_z = e\dfrac{du}{dx} + d\dfrac{du}{dy} + c\dfrac{du}{dz}, \end{cases}$$

avec six coefficients de conductibilité a, b, c, d, e, f. D'ailleurs, par suite de ce fait que la chaleur traverse les surfaces isothermes en allant du côté chaud au côté froid, le potentiel des flux de chaleur,

$$(3)\qquad \varphi = \frac{1}{2}\left(F_x\frac{du}{dx} + F_y\frac{du}{dy} + F_z\frac{du}{dz}\right),$$

sera un polynome, homogène en $\frac{du}{d(x, y, z)}$, *essentiellement positif*.

» Si l'on mène, *de l'intérieur*, sous la surface σ du corps, une petite normale dn à un élément $d\sigma$ quelconque, et que $\cos\alpha$, $\cos\beta$, $\cos\gamma$ soient les

trois cosinus directeurs de celle-ci, le flux F_n de chaleur qui pénétrera du dehors, à travers $d\sigma$, admettra, par unités d'aire et de temps, l'expression

$$(4)\qquad F_n = F_x \cos\alpha + F_y \cos\beta + F_z \cos\gamma,$$

et, la température extérieure restant nulle, on aura, si k désigne la conductibilité superficielle de cet élément $d\sigma$, la relation définie spéciale

$$(5)\qquad F_n = -ku \text{ (à la surface).}$$

» III. Rappelons d'abord comment on reconnaît qu'il existe, pour u, certaines valeurs à signe uniforme dans tout le corps et invariable de $t = 0$ à $t = \infty$, positif par exemple, ou, en d'autres termes, des valeurs ne s'annulant nulle part dans le corps, si ce n'est *asymptotiquement*, pour t infini. Il suffit, à cet effet, d'imaginer que, pour $t = 0$, la température u, alors arbitraire, soit choisie partout positive. Elle ne pourrait, à un moment donné, *s'abaisser* jusqu'à zéro, au point du corps où elle descendrait *le plus*, sans que ce point, dès lors entouré d'autres plus chauds ou de surfaces isothermes à températures croissantes de l'une à l'autre, en reçût de la chaleur. La fonction u serait donc en train d'y croître et non d'y arriver à zéro. Le raisonnement s'applique même au cas où le point du corps le plus refroidi et censé ainsi atteindre au zéro, appartiendrait à la superficie σ ou ne serait plus, par suite, entouré *complètement* de surfaces isothermes à températures croissantes; car, du côté du dehors où ces surfaces se trouveraient interrompues, aucune perte de chaleur ne pourrait se produire, puisque la température extérieure est constamment nulle.

» Parmi les intégrales du système (1) et (5), toutes décomposables [1] en solutions simples de la forme $Ce^{-mt}U$, il en existe donc qui sont partout positives; et comme, pour t très grand, leur partie, qu'on peut écrire $e^{-m_1 t}U_1$, affectée de l'exponentielle la plus lente à s'évanouir, les représente avec une approximation indéfinie, la fonction continue U_1, qui multiplie dans l'une d'elles cette exponentielle $e^{-m_1 t}$, est essentiellement positive en tous les points (x, y, z) du corps.

» Nous qualifierons de *fondamentale*, et nous représenterons par u', une telle solution simple $e^{-m_1 t}U_1$, *continue* et *différente de zéro* dans tout le corps. Le quotient de toute autre solution, u, par celle-là u', sera donc

---

(1) On peut voir, à propos de cette décomposition, la XVe de mes Leçons sur la *Théorie analytique de la chaleur, mise en harmonie avec la Thermodynamique et la théorie mécanique de la lumière* (t. I, p. 229 à 243).

une fonction v de x, y, z, t partout *finie et continue* comme u' et u eux-mêmes, *contrairement à ce qui arriverait si u' n'était pas une solution fondamentale* et que, par suite, v devînt *infini* sur les surfaces *intérieures* où u' s'annulerait.

» IV. Cela posé, appelons F'_x, F'_y, F'_z, φ', F'_n ce que deviennent F_x, F_y, F_z, φ, F_n, quand on y remplace u par u'; puis retranchons, des deux relations (1) et (5) multipliées par u', les relations analogues en u', multipliées par u. Si l'on observe que, vu la manière dont se présente deux fois, dans (2), chacune des conductibilités indirectes d, e, f, l'on a identiquement

$$(6) \qquad F_x\frac{du'}{dx}+F_y\frac{du'}{dy}+F_z\frac{du'}{dz}=F'_x\frac{du}{dx}+F'_y\frac{du}{dy}+F'_z\frac{du}{dz},$$

il viendra :

$$(7) \qquad \begin{cases} \rho\left(u'\dfrac{du}{dt}-u\dfrac{du'}{dt}\right)=\dfrac{d(u'F_x-uF'_x)}{dx}+\dfrac{d(u'F_y-uF'_y)}{dy}+\dfrac{d(u'F_z-uF'_z)}{dz}, \\ \text{(à la surface)} \qquad u'F_n-uF'_n=0. \end{cases}$$

» Or introduisons, au lieu de u, dans les expressions (2) et (4) de F_x, F_y, F_z, F_n, le quotient v de u par u'; et appelons $\mathcal{F}_x$, $\mathcal{F}_y$, $\mathcal{F}_z$, $\mathcal{F}_n$ ce que deviennent alors ces expressions. Il est clair que les différences $u'F_x-uF'_x$, ..., $u'F_n-uF'_n$ auront précisément les valeurs $u'^2\mathcal{F}_x$, ..., $u'^2\mathcal{F}_n$; de sorte que les équations (7), amenées à contenir v au lieu de u, s'écriront, en remplaçant finalement u' par $e^{-m_1t}U_1$ et supprimant partout le facteur commun e^{-2m_1t},

$$(8) \quad \rho U_1^2\frac{dv}{dt}=\frac{d.U_1^2\mathcal{F}_x}{dx}+\frac{d.U_1^2\mathcal{F}_y}{dy}+\frac{d.U_1^2\mathcal{F}_z}{dz}, \quad \text{(à la surface)}\ U_1^2\mathcal{F}_n=0.$$

» Ce sont précisément les équations qui régiraient les variations successives des températures (alors désignées par v) dans le corps, si l'on annulait les deux pouvoirs rayonnants k_1, k de son intérieur et de sa surface, mais que l'on multipliât par U_1^2 tant sa capacité calorifique ρ que ses conductibilités intérieures a, b, c, d, e, f. Le corps gardant, dès lors, intégralement sa chaleur primitive, la température v *s'y nivellerait*, et l'on aurait, en appelant γ sa valeur moyenne initiale,

$$(9) \qquad \text{(pour } t \text{ très grand)} \quad v=\gamma \qquad \text{ou} \qquad u=\gamma u'=\gamma e^{-m_1t}U_1.$$

C'est bien dire que la fonction u tend vers l'expression asymptotique

unique $\gamma e^{-m_1 t} U_1$, à la seule condition que l'état initial n'annule pas la constante γ.

» V. Au reste, le *nivellement* final des valeurs de v se reconnaît analytiquement, en multipliant la première (8) soit par l'élément de volume $d\varpi$, soit par $v\,d\varpi$, et en intégrant, à la manière ordinaire, dans toute l'étendue ϖ du corps, avec mise en compte de la seconde relation (8). Grâce, dans le second cas, à d'évidentes intégrations par parties, l'on obtient, si ψ désigne ce que devient le potentiel φ des flux quand v y remplace u,

$$(10) \qquad \frac{d}{dt}\int_\varpi \rho U_1^2 v\, d\varpi = 0, \qquad \frac{d}{dt}\int_\varpi \rho U_1^2 \frac{v^2}{2}\, d\varpi = -2\int_\varpi U_1^2 \psi\, d\varpi.$$

» Or la première de ces formules montre que la valeur moyenne (convenablement définie) de v est constante. Quant à la seconde, le dernier terme y étant essentiellement négatif tant que ψ ne s'annule pas, c'est-à-dire tant que v est variable d'un point à l'autre, l'intégrale définie qui figure au premier membre y décroît sans cesse; et, comme son minimum *nul* l'empêche de décroître *infiniment*, sa dérivée en t tend vers zéro, imposant ainsi à ψ la valeur asymptotique zéro, ou exigeant l'égalisation finale des valeurs de v.

» VI. Supposons enfin que l'intégrale u soit, elle-même, une *solution simple*, de la forme $e^{-mt}U$. Le quotient v deviendra $e^{-(m-m_1)t}\frac{U}{U_1}$; et, si l'on appelle Ψ ce que devient ψ par la substitution de $\frac{U}{U_1}$ à v, la seconde équation (10) prendra, presque immédiatement, la forme

$$(11) \qquad (m - m_1)\int_\varpi \rho U^2\, d\varpi = 2\int_\varpi U_1^2 \Psi\, d\varpi.$$

» Pour toute fonction, U, distincte de U_1, c'est-à-dire ne réduisant pas leur quotient à une constante ou n'annulant pas Ψ, il est clair que cette formule donnera $m > m_1$. Ainsi, au premier coefficient m_1 d'extinction, il correspond bien la fonction unique U_1 (¹). »

(¹) La présente Note complète une question que j'avais discutée, mais sans la résoudre d'une manière générale, vers la fin de la seizième de mes Leçons sur la *Théorie analytique de la chaleur, mise en harmonie avec la Thermodynamique et avec la Théorie mécanique de la lumière* (t. I, p. 254); elle remplacerait avantageusement leur page 255. On en trouvera une rédaction plus développée, étendue même au cas de corps dont les propriétés calorifiques dépendraient du temps, dans le numéro de février 1904 du *Bulletin des Sciences mathématiques*.

CHIMIE ORGANIQUE. — *Action du nickel réduit en présence d'hydrogène, sur les dérivés halogénés de la série grasse.* Note de MM. **Paul Sabatier** et **Alph. Mailhe.**

« Dans une récente Communication (*Comptes rendus*, t. CXXXVIII, 1904, p. 245) nous avons montré que le nickel réduit, en présence d'hydrogène, permet de remplacer les halogènes par de l'hydrogène dans les composés aromatiques : le remplacement est le plus aisé pour le chlore, le moins aisé pour l'iode.

» Nous avions pu espérer qu'une action similaire aurait lieu vis-à-vis des substitués halogénés de la série grasse. Au contraire, l'expérience nous a montré qu'il n'en est rien : l'halogène est, il est vrai, éliminé dans tous les cas, plus ou moins facilement sous forme d'hydracide; mais *il n'est jamais remplacé par de l'hydrogène*, et l'on arrive soit à la formation d'un composé incomplet, soit à une destruction complète de la molécule.

» 1° *Dérivés monohalogénés forméniques.* — Les dérivés monochlorés forméniques *primaires* (éthers chlorhydriques des alcools primaires), amenés en vapeurs par de l'hydrogène au contact de nickel réduit, sont tous atteints à des températures qui n'excèdent pas 250°, et se dédoublent nettement plus ou moins vite en acide chlorhydrique et carbure éthylénique, comme le font aisément sous l'action de la chaleur seule les dérivés monochlorés *secondaires* et surtout *tertiaires*. Dans les tubes abducteurs, il peut se produire une combinaison directe de l'acide chlorhydrique et du carbone éthylénique, d'où résultera d'ordinaire une certaine proportion de dérivé chloré secondaire ou tertiaire.

» Ainsi le *chlorure d'isobutyle* (qui bout à 68°,5) se dédouble à partir de 240° en acide chlorhydrique et méthylpropène, et l'on condense une certaine dose de chlorure tertiaire $(CH^3)^2CClCH^3$, bouillant à 51°, issu de l'action ultérieure des deux gaz dégagés.

» Le *chlorure d'isoamyle* (qui bout à 101°) fournit, à partir de 250°, de l'acide chlorhydrique et de l'amylène, qu'on peut condenser dans un récipient refroidi, en même temps qu'une certaine proportion de chlorure tertiaire (81°), qui provient de l'action du gaz chlorhydrique sur l'amylène.

» Seul, le *chlorure de méthyle* fait exception : à partir de 210°, il se détruit en acide chlorhydrique, hydrogène et charbon, qui se dépose sur le métal, sans aucune formation appréciable d'éthylène ni de méthane.

» Dans aucun cas, il n'y a eu production appréciable de carbure forménique, ni (sauf avec le chlorure de méthyle) dépôt de charbon sur le nickel : cela prouve que l'activité catalytique habituelle n'existe plus pour ce métal; sinon, en présence d'hydrogène, il aurait transformé les carbures éthyléniques en carbures forméniques, comme l'un de nous l'a démontré antérieurement avec M. Senderens.

» Les dérivés monobromés forméniques *primaires* (éthers bromhydriques) se comportent de la même façon, la réaction commençant toutefois à une température un peu plus haute.

» Le *bromure de propyle* (qui bout à 71°) se scinde à partir de 270°, en propylène et acide bromhydrique, dont la recombinaison partielle fournit du bromure secondaire bouillant à 60°.

» Le *bromure d'isoamyle* (qui bout à 119°) se dédouble à partir de 270° en acide bromhydrique et amylène, dont la recombinaison avec l'hydracide donne une certaine dose de bromure tertiaire bouillant à 108°, et de bromure secondaire bouillant à 115°.

» Les éthers iodhydriques *primaires* ne sont atteints qu'à une température plus haute, vers 360°, où déjà l'acide iodhydrique dégagé est un peu dissocié avec mise en liberté d'iode.

» Ainsi l'*iodure d'éthyle* fournit de l'éthylène sans dépôt de charbon ni production appréciable d'éthane.

» Exceptionnellement l'*iodure de méthyle* a donné surtout du méthane, accompagné d'un peu d'éthylène.

» 2° *Dérivés dihalogénés*. — Les dérivés forméniques dihalogénés sur 2^at de carbone distincts sont tous assez facilement atteints par le nickel réduit : l'halogène est éliminé sous forme d'hydracide, et il y a généralement destruction complète de la molécule en charbon et hydrogène.

» C'est le cas du *chlorure d'éthylène* à partir de 180°, du *bromure d'éthylène*, au-dessus du 250°, du *bromure de propylène* à partir de 230°, qui sont détruits en hydrogène et charbon. C'est aussi ce qui a lieu pour le *dibromopropane* 1.3 (bromure de triméthylène) à 260°.

» Le *chlorure de méthylène* CH^2Cl^2 se décompose à partir de 200° en acide chlorhydrique et charbon, sans produits accessoires.

» Au contraire, le *dichloropropane*-2.2 (chloracétol) $CH^3CCl^2CH^3$ est atteint dès 180° et abandonne seulement 1^mol d'acide chlorhydrique.

» On condense un mélange des deux chloropropènes $CH^3 - CH = CHCl$ et $CH^3 - CCl = CH^2$, qui bouillent respectivement à 33° et 23°.

» 3° *Dérivés polyhalogénés.* — Le *chloroforme* $CHCl^3$ fournit dès 210° du charbon et 3^{mol} d'acide chlorhydrique.

» Le *tétrachlorure de carbone* CCl^4 donne lieu vers 270° à la réaction

$$2CCl^4 + H^2 = C^2Cl^6 + 2HCl.$$

» On obtient un sublimé abondant de sesquichlorure de carbone (qui fond et bout à 185°).

» Le *sesquichloruré de carbone* C^2Cl^6, entraîné par un excès d'hydrogène sur le nickel réduit maintenu à 270°, est dédoublé selon la formule

$$C^2Cl^6 + H^2 = C^2Cl^4 + 2HCl.$$

» On condense du tétrachloroéthylène C^2Cl^4 bouillant à 121°, sensiblement pur.

» Quant au *tétrachloroéthylène* C^2Cl^4, formé dans la précédente réaction, il semblait devoir opposer à la destruction une grande résistance : d'après Goldschmitt (*Berichte,* t. XIV, p. 929), il n'est pas atteint par la poudre d'argent à 300°. Pourtant ses vapeurs, entraînées par l'hydrogène sur le nickel réduit, commencent dès 220° à se détruire avec dépôt de charbon et formation d'acide chlorhydrique sans production accessoire appréciable.

» Les résultats qui précèdent montrent que, contrairement à ce qui a lieu pour les composés aromatiques, le système *nickel et hydrogène* ne peut dans aucun cas substituer ce dernier corps aux halogènes dans les dérivés forméniques. Il y a cependant, chaque fois, élimination d'hydracide; mais l'effet catalytique du métal paraît ici se borner à abaisser beaucoup la température à laquelle se produirait le dédoublement sous l'action de la chaleur seule. Nous avons observé que le chlorure de nickel seul, sans hydrogène, peut, au moins dans plusieurs cas, réaliser de tels dédoublements : nous aurons l'honneur de revenir sur ce point dans une prochaine Communication. »

Lord **Kelvin** fait hommage à l'Académie d'un Ouvrage qu'il vient de publier sous le titre : « Baltimore lectures on molecular dynamics and the wave theory of light ».

MÉMOIRES PRÉSENTÉS.

M. **René Horand** soumet au jugement de l'Académie un Mémoire ayant pour titre : « L'agent pathogène de la syphilis est un hémo-protiste ou protozoaire ».

(Renvoi à la Section de Médecine.)

M. **Gagnière** adresse une Note sur « L'existence d'une gaine gazeuse autour de la tige de platine de l'interrupteur électrolytique quand le phénomène lumineux a disparu ».

(Renvoi à l'examen de M. Violle.)

CORRESPONDANCE.

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur les nombres quasi-rationnels et les fractions arithmétiques ordinaires ou continues quasi-périodiques.* Note de M. **Edmond Maillet**, présentée par M. Jordan.

« Soit un nombre

$$X = A + \sum_{1}^{\infty} \frac{\delta_n}{q^{\psi_n}}$$

(δ_n entier positif $\neq 0$ et $\leqq q - 1$; A, q entiers positifs, ψ_n entier fonction croissante de n), qui, représenté dans le système de numération de base q, possède après le $\psi_n^{\text{ième}}$ chiffre significatif à droite de la virgule, δ_n, un nombre de zéros suffisamment grand (ce qui revient à dire que ψ_n croît assez vite avec n), autrement dit, *par définition, un nombre quasi-rationnel* [1] dans le système de numération de base q. X est transcendant.

---

[1] Cette définition s'étend aux nombres transcendants X définis comme limites d'une suite de fractions rationnelles $\frac{P_1}{Q_1}, \ldots, \frac{P_n}{Q_n}, \frac{P_{n+1}}{Q_{n+1}}, \ldots$, quand $\left| X - \frac{P_n}{Q_n} \right|$ décroît assez vite avec $\frac{1}{n}$.

» *Dans un système de numération de base q_1 première à q, X est représenté par* A + une fraction quasi-périodique simple, *c'est-à-dire une fraction qui présente immédiatement à la droite de la virgule une infinité de suites s_1, s_2, ..., s_m, ... de chiffres, dont chacune est formée par la répétition un nombre aussi grand qu'on veut de fois (dès que m est assez grand et ψ_m assez rapidement croissant) d'un même groupe de chiffres, les périodes commençant aussitôt après la virgule.*

» On peut établir une proposition en partie réciproque :

» Soit une fraction X' quasi-périodique dans le système de numération de base q_1, c'est-à-dire, par définition, une fraction qui présente à la droite de la virgule une infinité de suites s_1, s_2, ..., s_m, ... de chiffres dont chacune est formée par la répétition un nombre k_1, k_2, ..., k_m, ... de fois au moins d'un même groupe de chiffres, ces suites commençant ou non après la virgule (le nombre de chiffres α_m de la partie non périodique immédiatement à droite de la virgule restant limité, ou ne croissant pas trop vite). *Si k_m croît assez vite avec m par rapport à $\frac{s_m}{k_m}$ et α_m, et si X' n'est pas une fonction périodique ordinaire, X' est transcendant.*

» Cette dernière propriété s'étend aux *fractions continues quasi-périodiques, simples ou mixtes* (la suite des quotients incomplets remplaçant la suite des nombres à la droite de la virgule). Nous avons ainsi des exemples, les premiers, croyons-nous, de fractions continues arithmétiques dont tous les quotients incomplets sont limités et dont on puisse affirmer la transcendance (¹). »

PHYSIQUE. — *Sur l'émanation de l'actinium.* Note de M. A. **Debierne**, présentée par M. Mascart.

« J'ai montré dans une précédente Communication que les phénomènes de radioactivité induite produits par les composés d'actinium, se distinguaient nettement de ceux observés avec les sels de radium ou de thorium. J'ai montré également que les différences observées (concentration des effets d'activité induite au voisinage immédiat des sels d'actinium, effets du vide, etc.) étaient dues à la rapidité de la disparition de l'émanation. Tan-

(¹) On savait toutefois qu'il y en avait (voir par exemple Borel, *Leçons sur la Théorie des fonctions*, p. 33).

dis que l'énergie de l'émanation du radium diminue de la moitié de sa valeur en 4 jours, celle de l'émanation de l'actinium subit la même diminution en quelques secondes.

» J'indiquerai maintenant les résultats d'une étude plus détaillée de la loi de la disparition de l'émanation de l'actinium et de celle de la décroissance de la radioactivité induite provoquée par cette émanation.

» L'appareil qui a été utilisé dans ces expériences était disposé de la manière suivante : Le composé solide d'actinium était placé entre deux tampons de coton de verre, à l'extrémité d'un tube de verre assez large et très long et l'on faisait passer à travers la poudre radioactive un courant d'air régulier dont on pouvait mesurer le débit. Le gaz entraînant l'émanation se déplaçait avec une vitesse connue et passait dans des condensateurs cylindriques disposés dans le tube de verre à des distances variables du sel d'actinium. L'armature centrale de chaque condensateur était constituée par une tige métallique et pouvait être mise en relation avec un électromètre. L'autre armature pouvait être portée à un potentiel fixe. L'émanation produisait une forte ionisation du gaz contenu dans l'appareil et l'intensité de cette ionisation était mesurée dans chaque condensateur à l'aide de l'électromètre et d'un quartz piézo-électrique.

» On pouvait donc, avec cet appareil, déterminer l'effet ionisant de l'émanation à des distances différentes du corps radioactif, c'est-à-dire à des intervalles de temps différents depuis le moment où l'émanation avait été dégagée par l'actinium; les intervalles de temps étaient déterminés par la grandeur du débit gazeux, la distance du condensateur à la source d'émanation et la section du tube.

» Les résultats obtenus ainsi sont conformes à ce que j'avais indiqué précédemment. L'énergie de l'émanation, mesurée par l'effet d'ionisation dans les gaz, décroît régulièrement à partir du moment où l'émanation a été produite, suivant une loi exponentielle simple; la diminution est de la moitié en 4 secondes environ ($3^s,9$). Si l'on porte en abscisses les logarithmes des intensités d'ionisation, et en ordonnées les temps mis par l'émanation pour aller du sel d'actinium au condensateur avec lequel on fait la mesure, on obtient une droite dont l'inclinaison est déterminée par la constante de temps ($3^s,9$), qui doit être considérée comme caractérisant l'actinium, en tant que substance radioactive.

» Dans les expériences précédentes, la loi de décroissance est obtenue en mesurant à chaque instant l'ionisation produite dans les gaz par l'émanation. Cette ionisation est intense, facile à mesurer, et il est très commode de l'utiliser pour mesurer l'énergie de l'émanation. Cependant elle ne constitue pas la propriété la plus caractéristique de l'émanation; ce qui caractérise vraiment celle-ci, c'est la propriété de produire la radioactivité induite sur les corps solides.

» Il était intéressant de chercher si l'on obtiendrait la même loi de décroissance en prenant l'intensité de l'activation sur les corps solides comme mesure de l'énergie de l'émanation.

» Le même appareil peut servir pour ces nouvelles mesures. On fait alors passer le courant d'air chargé d'émanation pendant plusieurs heures; les parois de l'appareil deviennent radioactives. On chasse ensuite l'émanation de l'appareil par un courant d'air ordinaire et l'on détermine la radioactivité induite produite, à différentes distances de l'actinium, à l'aide de condensateurs, en mesurant le courant obtenu lorsque l'on établit une différence de potentiel entre les armatures. Ce courant résulte de la radioactivité induite sur les parois du condensateur et il mesure l'effet activant de l'émanation après des intervalles de temps déterminés depuis le dégagement par l'actinium.

» Le résultat obtenu est différent de celui indiqué précédemment pour l'effet ionisant. Tandis que l'énergie ionisante de l'émanation diminue régulièrement depuis le moment du dégagement par l'actinium, l'énergie activante augmente d'abord rapidement, passe par un maximum, et ne diminue régulièrement qu'après un certain temps. Cette décroissance régulière est alors identique à celle de l'énergie ionisante, elle est aussi de moitié en 3",9. On ne peut naturellement pas déterminer l'effet de l'émanation au moment même du dégagement par l'actinium, mais la forme des courbes indique qu'il est tout à fait probable que l'effet activant est d'abord nul, alors que l'effet ionisant est très grand. Les deux effets sont donc tout à fait distincts, et l'on est ainsi amené à considérer l'émanation comme étant constituée par deux espèces de centres d'énergie : les uns qui produisent l'ionisation dans les gaz, probablement par émission de rayons de Becquerel, les autres qui provoquent la radioactivité induite sur les corps solides; et ceux qui activent succèdent à ceux qui ionisent.

» On peut alors donner l'image suivante du phénomène. Les centres d'émanation produits directement par l'actinium ionisent les gaz mais ne donnent pas de radioactivité induite, ils disparaissent peu à peu suivant la loi de diminution de moitié en 4 secondes, en se transformant en centres activants; ceux-ci n'ionisent pas sensiblement les gaz et disparaissent eux-mêmes progressivement en produisant la radioactivité induite sur les corps solides. La concentration en centres activants sera donc nulle au moment même du dégagement par l'actinium, elle augmentera d'abord rapidement puis diminuera par suite de la transformation en radioactivité induite; et l'on peut démontrer que, si les centres activants se détruisent plus rapidement que les centres ionisants, la loi de décroissance de l'effet

activant doit devenir la même au bout d'un certain temps que celle de l'effet ionisant.

» On n'a pas encore fait d'expériences analogues avec les émanations du radium et du thorium et il sera très intéressant de rechercher si l'on obtiendra les mêmes particularités qu'avec l'actinium.

» J'ai également déterminé la loi de décroissance de la radioactivité induite provoquée par l'émanation de l'actinium en mesurant dans le même appareil l'activité induite des condensateurs, depuis le moment où l'émanation a cessé d'agir. La décroissance est régulière, elle est de la moitié en 40 minutes.

» Enfin, j'ai constaté qu'en plus de l'émanation principale très intense à décroissance rapide qui a été étudiée précédemment, les composés actinifères dégagent en faible quantité une autre émanation dont la loi de décroissance est très lente. La diminution est de la moitié en plusieurs jours. Peut-être cette émanation provient-elle d'un élément radioactif différent de l'actinium. C'est ce que je me propose d'élucider. »

PHYSIQUE. — *Phénomènes divers de transmission de rayons N et applications.* Note de M. **Augustin Charpentier**, présentée par M. d'Arsonval.

« Parmi les nouveaux résultats que j'ai obtenus en étudiant les radiations conduites, je citerai ce fait que la transmission des rayons physiologiques et des rayons N peut s'opérer autrement que par un fil métallique. Le verre, le bois, d'autres corps considérés comme isolants, réalisent cette sorte de conduction. M. Bichat, à qui j'avais communiqué ces résultats, a étudié quelques particularités intéressantes du phénomène et les a fait connaître dans une Note récente (8 février).

» Le fil de cuivre ou d'argent reste toutefois le conducteur de choix. C'est avec des fils de cuivre que j'ai fait les expériences suivantes sur la transmission des rayons N émis dans la phosphorescence, expériences décrites dans un pli cacheté du 3 janvier 1904 et confirmées depuis :

» On remplace au bout initial du fil la plaque de cuivre par une tache de sulfure phosphorescent entourée par l'extrémité du fil plié en boucle ou en spirale, ou bien simplement on fixe la tache de sulfure contre la plaque de cuivre initiale. Si alors (dans une autre pièce), on augmente la phosphorescence de ce sulfure initial par la combustion de magnésium ou autrement, une action est transmise par le fil au

sulfure terminal, qui brille davantage. Il faut un certain nombre de secondes pour que l'effet se produise.

» Ces diverses expériences ont été répétées avec M. Blondlot, puis nous avons fait ensemble les expériences suivantes :

» *a*. La simple approche de sulfure bien phosphorescent vers le bout initial du fil conducteur transmet au sulfure terminal l'action qui augmente son éclat ;

» *b*. Le sulfure initial et le sulfure terminal étant à une place fixe, on coupe en deux le fil qui les relie. On écarte les deux bouts coupés, le sulfure terminal pâlit ; on les réunit, il brille ;

» *c*. Sur le trajet du fil conducteur, on interpose en série un condensateur (condensateur à air ou bouteille de Leyde), l'action est transmise comme par un fil continu. Elle ne l'est plus si l'on détache de son armature une des deux parties du fil conducteur...

» J'ai répété depuis, avec des longueurs de fil plus considérables, la transmission de cette action fournie par la phosphorescence, jusqu'à une longueur de $10^{m},50$ (que je n'ai pas cherché à dépasser). Dans ce dernier cas, le fil était en deux morceaux simplement reliés par torsion l'un à l'autre; une partie était du fil simple, l'autre formée par de nombreux brins minces réunis et entourés d'un isolant. La durée nécessaire pour la transmission augmente avec la longueur; elle s'est élevée jusqu'à 12 et 13 secondes.

» Un point à signaler dans cette transmission apparente de la phosphorescence, c'est que l'équilibre lumineux de l'écran s'établit par des oscillations d'éclat souvent très prolongées, et d'une période de plusieurs secondes; ces oscillations se retrouvent également dans la source.

» J'ai réalisé un mode de transmission curieux des rayons N à l'aide d'une ficelle plus ou moins longue imprégnée d'une solution collodionnée de sulfure de calcium phosphorescent. La ficelle s'éclaire sur toute son étendue quand son extrémité est à portée ou au contact d'une source quelconque, et elle semble, dans certains cas, être parcourue par des ondes du même ordre que les précédentes, et dont l'œil suit plus ou moins bien le mouvement, alternativement dans un sens et dans l'autre. Cette ficelle phosphorescente, à laquelle on peut donner des formes variées, constitue un bon écran pour la recherche des rayons N émis par le corps.

» L'effet produit par les radiations conduites ayant pour origine une source phosphorescente, peut devenir plus intense que par d'autres procédés, et j'ai songé à les utiliser à leur arrivée sur une plaque terminale qui deviendra une source secondaire de rayons N. On peut prendre, par

exemple, un flacon de sulfure bien insolé, dans lequel plongera un fil de cuivre; à l'autre extrémité de ce dernier sera soudée une plaque de cuivre qui émettra des radiations transmises. On augmentera encore l'intensité de la source secondaire en prenant à l'origine une surface phosphorescente plus grande, et en l'exposant d'une façon continue à la lumière en dehors de la pièce. J'ai pu ainsi utiliser, en les exposant au soleil, des écrans de dimensions $13^{cm} \times 18^{cm}$ au sulfure de zinc Verneuil, et $18^{cm} \times 24^{cm}$ au sulfure de calcium, sur lesquels étaient placées des toiles métalliques à larges mailles reliées au fil transmetteur. Ce sont les rayons émis à l'extrémité de ce fil qui m'ont fourni les résultats les plus nets dans l'excitation de divers centres nerveux que j'ai déjà signalée.

» Ces sources secondaires m'ont donné de nombreux foyers à travers une lentille d'aluminium qu'a bien voulu me prêter M. Blondlot. Elles ont donc un rayonnement complexe qui semble différer, comme composition élémentaire, du rayonnement direct d'un écran phosphorescent recouvert de papier noir, mais qui, pris en masse, présente une grande analogie avec ce dernier. »

MÉCANIQUE CHIMIQUE. — *Sur les conditions de l'état indifférent.* Note de M. **E. Ariès**, présentée par M. Mascart.

« Un système chimique, composé de q constituants indépendants a_1, $a_2, \ldots, a_q$, est à l'état indifférent, quand il peut subir, à tensions fixes, et sans échange de matière avec l'extérieur, une modification qui ne fait varier que les masses de ses φ phases, sans en changer la composition. Il faut, pour cela, que l'on puisse poser, Δm_i^s représentant, d'une façon générale, la variation de la proportion moléculaire m_i^s du constituant a_i dans la $s^{\text{ième}}$ phase, et $\lambda_1, \lambda_2, \ldots, \lambda_\varphi$ des quantités à déterminer, à un facteur commun près,

$$\frac{\Delta m_1^s}{m_1^s} = \frac{\Delta m_2^s}{m_2^s} = \ldots = \frac{\Delta m_i^s}{m_i^s} = \ldots = \frac{\Delta m_q^s}{m_q^s} \qquad (s = 1, 2, \ldots, \varphi),$$

$$\Delta m_i^1 + \Delta m_i^2 + \ldots + \Delta m_i^s + \ldots + \Delta m_i^\varphi = 0 \qquad (i = 1, 2, \ldots, q),$$

d'où l'on tire q équations de la forme

$$(1) \quad \lambda_1 m_i^1 + \lambda_2 m_i^2 + \ldots + \lambda_s m_i^s + \ldots + \lambda_\varphi m_i^\varphi = 0 \qquad (i = 1, 2, \ldots, q).$$

» Si φ est supérieur à q, tout état d'équilibre sera indifférent; les équations (1) permettent de trouver au moins une détermination des quantités λ.

» Si φ est égal à q, les quantités λ pourront être définies, si le déterminant δ, formé par leurs coefficients dans les équations (1), est nul

$$\delta = 0. \tag{2}$$

» Si φ est égal à $q-1$, pour que les équations en $\lambda_1, \lambda_2, \ldots, \lambda_{q-1}$ soient compatibles, il faut que, δ_1^q et δ_{q-1}^q représentant les mineurs de δ obtenus en supprimant les termes de la $q^{\text{ième}}$ colonne et ceux de la $q^{\text{ième}}$ ou de la $(q-1)^{\text{ième}}$ ligne, on puisse poser

$$\delta_q^q = 0, \qquad \delta_{q-1}^q = 0. \tag{3}$$

» On verrait facilement que le nombre des phases étant égal à $q-2$, $q-3, \ldots, 2$, il y aura $3, 4, \ldots, q-1$ équations de condition à poser entre les quantités m, pour exprimer que le système est à l'état indifférent.

» L'objet de la présente Note est de démontrer que l'état indifférent est, en principe, réalisable, quel que soit le nombre des phases en lesquelles le système est partagé.

» H_s étant le potentiel total de la $s^{\text{ième}}$ phase, on a [1]

$$H_s = m_1^s h_1 + m_2^s h_2 + \ldots + m_q^s h_q,$$
$$dH_s = V_s\,dp - S_s\,dT + h_1\,dm_1^s + h_2\,dm_2^s + \ldots + h_q\,dm_q^s.$$

» La différentielle totale de la première de ces équations donne, eu égard à la seconde,

$$V_s\,dp - S_s\,dT = m_1^s\,dh_1 + m_2^s\,dh_2 + \ldots + m_q^s\,dh \qquad (s = 1, 2, \ldots, \varphi). \tag{4}$$

» Cette dernière équation montre que, dans chaque phase, la pression est une fonction de la température ainsi que des potentiels moléculaires et individuels des constituants indépendants du système : il en est de même des rapports de $m_1^s, m_2^s, \ldots, m_q^s$ à V_s, qui fixent la composition de la phase s. On peut donc poser, entre les $q+2$ variables p, T, $h_1, h_2, \ldots, h_q$, φ relations distinctes de la forme

$$F_s(p, T, h_1, h_2, \ldots, h_q) = 0 \qquad (s = 1, 2, \ldots, \varphi). \tag{5}$$

---

(1) Voir *Comptes rendus* du 28 décembre 1903.

» Le nombre de ces relations ne peut dépasser $q+2$. C'est le nombre maximum des phases que peut comporter le système, à des pressions et à des températures d'ailleurs isolées. On dit qu'il est *invariant*. Il sera dans un état indifférent, qu'il ne quittera que par l'évanouissement de l'une de ses phases.

» Si $\varphi = q+1$, le système est encore nécessairement à l'état indifférent; et il est capable d'éprouver, sans qu'un échange de matière avec l'extérieur soit nécessaire, un changement élémentaire défini par les $q+1$ équations (4); l'accroissement de l'une des variables déterminant tous les autres accroissements, on dit que le système est *univariant*. L'élimination des dh entre ces équations donne $\frac{\partial p}{\partial T}$; c'est la formule de Clapeyron sous une de ses formes variées.

» Si $\varphi = q$, le système est *bivariant*. On peut se donner arbitrairement deux des accroissements qui définissent un changement élémentaire, dp et dT; par exemple, les équations (4) donneront les autres accroissements; on en tirera notamment

$$(6)\qquad \delta_i(V)\,dp = \delta_i(S)\,dT + \delta\,dh_i,$$

$\delta_i(V)$ et $\delta_i(S)$ dérivant du déterminant δ de la formule (2), dans lequel les termes de la $i^{\text{ième}}$ ligne sont remplacés respectivement par $V_1, V_2, \ldots, V_q$ ou par $S_1, S_2, \ldots, S_q$.

» Le système ne sera pas, en général, à l'état indifférent; mais, les équations (5) laissant deux variables indépendantes, on peut lier ces variables par une nouvelle relation qui peut être la relation (2), et le système sera alors assujetti, moyennant ces échanges de matière avec l'extérieur, à prendre une succession d'états indifférents, dans lesquels sa pression et sa température obéiront à la formule suivante :

$$\frac{\partial p}{\partial T} = \frac{\delta_i(S)}{\delta_i(V)},$$

tirée de l'équation (6) en faisant $\delta = 0$. C'est encore une forme de la formule de Clapeyron.

» Si $\varphi = q-1$, le système est *trivariant*. On peut se donner arbitrairement trois des accroissements qui définissent un changement possible, et l'on tirera, par exemple, des équations (4),

$$\delta_q^q(V)\,dv = \delta_q^q(S)\,dT + \delta_{q-1}^q\,dh_q + \delta_q^q\,dh_{q-1},$$

δ_q^q et δ_{q-1}^q ayant les mêmes significations que dans les équations (3), et $\delta_q^q(V)$, $\delta_q^q(S)$ dérivant du déterminant δ_q^q, quand on y remplace les termes de la dernière ligne par $V_1, V_2, \ldots, V_{q-1}$ ou par $S_1, S_2, \ldots, S_{q-1}$.

» Le système ne sera pas, en général, à l'état indifférent, mais les équations (5) laissant trois variables indépendantes, on peut lier ces variables par deux nouvelles relations, les relations (3), et assujettir ainsi le système à prendre, moyennant toujours des échanges de matière avec l'extérieur, une succession d'états indifférents qui obéiront à la loi de Clapeyron, représentée ici par la formule

$$\frac{\partial p}{\partial T} = \frac{\delta_q^q(S)}{\delta_q^q(V)}.$$

» On voit, sans peine, d'après ce qui précède, que, si le nombre des phases est inférieur à $q - 1$, les équations (5) laisseront toujours indépendantes des variables en nombre suffisant pour permettre de poser les équations de condition de l'état indifférent, en imposant au système une succession définie d'états dans lesquels la pression et la température obéiront à la loi de Clapeyron. C'est ce que nous nous proposions de démontrer. »

ÉLECTROCHIMIE. — *Sur l'influence des ions complexes dans l'électrolyse par courant alternatif.* Note de MM. **André Brochet** et **Joseph Petit**, présentée par M. H. Moissan.

« Dans le dernier numéro des *Comptes rendus*, nous avons établi que la formation d'un ion complexe n'était pas la vraie cause de la dissolution du cuivre dans le cyanure de potassium sous l'influence du courant alternatif de quelque nature qu'il soit. Nous pensons qu'il ne faut voir dans cette dissolution qu'un fait analogue à celui du zinc pur dans l'acide sulfurique; en effet, sous l'action du courant alternatif celui-ci est dissous plus rapidement.

» D'autres ions complexes, pouvant également prendre naissance et se détruire sous l'influence du courant continu, se forment dans le cas du courant alternatif, c'est ainsi que le cuivre, le nickel et le cobalt se dissolvent dans les sels ammoniacaux (carbonate, sulfate, chlorure); seulement, comme leur attaque spontanée est nulle, la réaction est bien moins active que dans le cas du cyanure et les rendements sont bien inférieurs.

» Si nous examinons maintenant le cas où la formation d'ions complexes ne peut plus avoir lieu, nous remarquons trois faits principaux : avec les électrolytes stables (acides, sels et alcalis), dégagement de gaz tonnant (rendements toujours très faibles); dans certains cas, dissolution des électrodes; et dans d'autres cas où l'électrolyte est oxydable ou réductible, oxydation ou réduction. Quelquefois ces réactions se passent simultanément ou successivement et l'on se trouve en présence d'un état d'équilibre, variable suivant les conditions de température, de concentration et de densité de courant. Dans le cas de réduction, l'oxygène qui se dégage renferme le plus souvent de l'ozone.

» Comme application de ce qui précède, citons comme cas d'oxydation ceux de l'acide sulfureux, du ferrocyanure de potassium, du sulfate ferreux, du chlorure de manganèse, de l'hydrate manganeux, etc.

» Comme cas de réduction, ceux des acides nitrique, chromique, arsénique et chlorique, des bromate, iodate et ferricyanure de potassium, du sulfate ferrique, du permanganate de potassium acide ou alcalin, des nitrates et persulfates alcalins, etc.

» Dans le cas des hydracides et de leurs sels alcalins, il y a dégagement du métalloïde, lequel pour ces derniers, est absorbé aussitôt qu'il y a suffisamment d'alcali en solution.

» Comme électrolytes stables, citons l'acide sulfurique, les sulfates, chromates, chlorates et perchlorates alcalins, etc. qui donnent du gaz tonnant sensiblement pur.

» D'ailleurs toutes ces réactions sont en général sans application en raison des densités de courant considérables qu'il faut employer pour les produire et des faibles rendements du courant.

» Les acides, en général, fournissent des résultats plus intéressants que les sels neutres. L'acide sulfurique donne avec le mercure du sulfate mercureux [1] avec un rendement sensiblement élevé, avec le plomb il donne des résultats encore meilleurs. Si l'on emploie de l'acide de densité 1,20 il y a formation de sulfate qui tombe au fond de l'appareil et les lames deviennent très brillantes. Le rendement varie aux environs de 50 pour 100, pour des densités de courant comprises entre 10 et 50 ampères-moyens par décimètre carré; il baisse rapidement si la température s'élève et devient nul pour une température d'autant plus grande que la densité de courant est plus élevée. Étant donnée l'action de la température, nous pensons que la dissolution du plomb doit tenir à la formation d'acide persulfurique. En tous cas, il est inutile de superposer les courants continu et alternatif, comme l'a indiqué Ruer, pour obtenir la transformation du plomb en sulfate.

» L'acide phosphorique, même à chaud, donne du phosphate, quelquefois mêlé à du plomb réduit suivant les conditions. Avec l'acide arsénique on a de l'arséniate toujours

---

(1) MANEUVRIER et CHAPPUIS, *Comptes rendus*, t. CVII, 1888, p. 31.

mélangé avec plus ou moins de plomb et d'arsenic, et l'hydrogène qui se dégage renferme en abondance de l'hydrogène arsénié.

» L'acide chlorique fournit une quantité insignifiante de chlorure. Enfin, tandis que le plomb ne donne rien avec les bichromate et chromate neutre de potassium, il réduit les mêmes sels en présence d'acide sulfurique avec formation de sulfate et de chromate; avec l'acide chromique il y a simplement réduction, le plomb agit comme électrode insoluble. Le rendement du courant atteint 30 pour 100 avec une densité de courant de 30 ampères-moyens par décimètre carré.

» D'après ce qui précède, on voit facilement que la présence d'ions complexes n'est pas nécessaire pour qu'il y ait action du courant alternatif.

» Pour compléter la question, nous avons cherché à voir si la présence d'ions complexes, non décomposables par le courant continu, pouvait donner lieu à des résultats intéressants. Certains donnent des sels particulièrement stables; citons les ferrocyanure, cobalticyanure et platinocyanure de potassium. Ces sels se forment, par dissolution du métal correspondant dans le cyanure, avec de bons rendements, comparables à ceux obtenus pour le sulfate de plomb et les cyanures doubles de cuivre, de zinc et de nickel. *Cela est d'autant plus remarquable que les métaux sont insolubles dans l'électrolyte lorsqu'ils sont utilisés comme anode.* Le fer et le cobalt se dissolvent avec des rendements de courant de 30 à 50 pour 100. Le cobaltocyanure se transforme spontanément en cobalticyanure, l'hydrogène se dégage dans toute la masse liquide, indépendamment de celui formé aux électrodes.

» Le platine se dissout avec un rendement de 15 à 20 pour 100, ce qui représente plus d'un demi-gramme par ampère-heure moyen. Naturellement tous les rendements que nous citons sont relatifs à la quantité d'électricité; le fer, le cobalt et le platine se dissolvent en quantité théorique dans le cyanure de potassium pur en donnant les sels correspondants. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur l'éther γ-chloroacétylacétique.* Note de M. Lespieau, présentée par M. Haller.

« Des travaux de MM. Haller et Held (*Ann. de Chim. et de Phys.*, 1891, p. 146) il résulte que l'action du chlore sur l'éther acétylacétique fournit un mélange des deux dérivés

$$CH^3.CO.CHCl.CO^2C^2H^5 \quad \text{et} \quad CH^2Cl.CO.CH^2.CO^2C^2H^5,$$

lesquels n'ont pu être séparés, en sorte que le γ-chloracétate d'éthyle n'a point encore été obtenu à l'état de pureté. M. Hantzsch a même prétendu (*Lieb. Ann.*, t. CCLXXVIII, p. 61) que ce composé ne se rencontrait point dans le produit où l'on signalait sa présence.

» Cet éther présente l'intérêt considérable d'avoir conduit MM. Haller et Held à la synthèse de l'acide citrique; comme j'ai pu l'obtenir chimiquement pur, je ne crois pas inutile d'indiquer de quelle façon.

» On oxyde l'éther $CH^2Cl.CHOH.CH^2.CO^2C^2H^5$ que j'ai précédemment décrit (*Comptes rendus*, 1898, p. 965) à l'aide du bichromate de potassium en présence d'acide sulfurique dilué; cet oxydant détruit d'ailleurs une grande quantité de l'éther cétonique cherché, ce qui diminue notablement le rendement. En opérant avec précaution, on se trouve en présence d'un mélange du produit primitif et du composé cétonique qui en dérive; la distillation ne permet pas de séparer ces deux corps, ils passent ensemble vers 108° sous 12^{mm}, et leurs compositions, ainsi que leurs poids moléculaires, sont trop voisins pour qu'on puisse étudier ces composés à l'aide d'analyses ou de mesures cryoscopiques. On arrive, toutefois, à isoler le composé cherché en utilisant sa combinaison cuprique qui se sépare, grâce à son insolubilité dans l'eau, quand on agite le mélange des deux corps avec une solution aqueuse d'acétate de cuivre. Le précipité, lavé et séché, est dissous dans le benzène bouillant qui le laisse déposer presque totalement en se refroidissant. On le décompose alors en l'agitant avec de l'acide sulfurique dilué en présence d'oxyde d'éthyle; l'évaporation de ce solvant fournit l'éther cétonique que l'on distille sous pression réduite.

» L'éther $CH^2Cl.CO.CH^2.CO^2C^2H^5$ est un liquide incolore, piquant modérément les yeux; sa densité à 0° est 1,23, il bout à 105° sous 11^{mm}. Il distille vers 205°, à la pression atmosphérique, mais en subissant alors une décomposition très considérable. Il colore fortement en violet rouge les solutions étendues des persels de fer.

» Son sel de cuivre $(CH^2Cl.CO.CH.CO^2C^2H^5)^2Cu$ cristallisé dans le benzène est anhydre, sa couleur est vert-pré, il se décompose vers 160° (168° dans un tube capillaire au bain d'acide sulfurique).

» Cet éther chloré, additionné d'un peu d'alcool, réagit au bain-marie presque quantitativement sur la thiourée. En quelques heures on obtient des cristaux d'un chlorhydrate, d'où il est facile d'extraire, par l'action de l'ammoniaque faible, l'amidothiazylacétate d'éthyle de M. Hantzsch :

```
              CH — S
              ||   |
CO²C²H⁵.C      C — AzH²
           \Az//
```

fondant à 94°. Ce corps, décrit comme d'une couleur analogue à celle de la résine, s'obtient en jolis cristaux blancs par refroidissement de sa solution benzénique chaude.

» On sait que ce composé a été préparé à l'aide de la thiourée et de l'éther γ-bromoacétylacétique, tandis que les éthers α-chloro- ou bromoacétylacétiques ont donné un tout autre résultat.

» Son obtention, dans les circonstances actuelles, est une preuve de plus que l'atome de chlore est bien situé en γ dans le composé qui vient d'être décrit. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur le dichlorométhène-dioxypropylbenzène et le carbonate de propylpyrocatéchine.* Note de M. **R. Delange**, présentée par M. A. Haller.

« Dans une précédente Note (*Comptes rendus*, t. CXXX, p. 659), j'ai montré que le produit chloré résultant de l'action du perchlorure de phosphore sur le dihydrosafrol est décomposable par l'eau avec formation de propylpyrocatéchine. J'ai réussi à isoler à l'état de pureté ce composé chloré et j'en ai fait une étude détaillée. Ce sont ces recherches que j'ai l'honneur de présenter aujourd'hui à l'Académie.

» La réaction du perchlorure de phosphore sur le dihydrosafrol s'effectue dans la proportion de 2^{mol} du premier pour 1^{mol} du second. Elle commence dès la température ordinaire; on l'active au bain d'huile; elle est terminée lorsque toute la masse est liquéfiée et qu'il ne se dégage plus d'acide chlorhydrique. Par rectification, on retire du mélange 2^{mol} de trichlorure de phosphore et un liquide incolore très instable, fumant à l'air, qui distille à 142°-145° sous 10^{mm}.

» On verra plus loin que toutes les propriétés de ce corps concordent avec la formule de constitution du dichlorométhène-dioxypropylbenzène encore inconnu. L'équation de la réaction qui lui a donné naissance est donc la suivante :

$$\underbrace{C^3H^7-C^6H^3\langle{}^{O}_{O}\rangle CH^2}_{\text{Dihydrosafrol.}} + 2PCl^5 = \underbrace{C^3H^7-C^6H^3\langle{}^{O}_{O}\rangle CCl^2}_{\text{Dichlorométhène-dioxypropylbenzène.}} + 2HCl + 2PCl^3.$$

» Le perchlorure de phosphore a ainsi agi comme une simple source de

chlore. M. Ch. Moureu a observé, il y a quelques années (*Annales de Chimie et de Physique*, 18e série, 1899, p. 92), une réaction analogue entre le même réactif et l'éthanepyrocatéchine $C^6H^4O^2C^2H^4$.

» Le dichlorométhène-dioxypropylbenzène, corps jusqu'ici sans analogue dans la littérature chimique, est un composé extrêmement actif, il réagit immédiatement sur l'eau, les alcools, les phénols, les acides, les anhydrides d'acides, l'ammoniaque, les amines, etc.

» Voici quelques exemples de ces réactions :

» 1° *Action de l'eau.* — Cette action, comme nous le savons déjà, conduit à la propylpyrocathéchine; elle se passe en deux phases bien distinctes. Il y a d'abord formation de carbonate de propylpyrocatéchine :

$$C^3H^7 - C^6H^3\langle{}^{O}_{O}\rangle CCl^2 + H^2O = 2HCl + C^3H^7 - C^6H^3\langle{}^{O}_{O}\rangle CO.$$

» L'éther carbonique est ensuite saponifié par l'acide chlorhydrique mis en liberté, avec dégagement d'anhydride carbonique

$$C^3H^7 - C^6H^3\langle{}^{O}_{O}\rangle CO + H^2O = CO^2 + C^3H^7 - C^6H^3\langle{}^{OH}_{OH}.$$

» La réaction s'arrête à la première phase, si l'on agite le dérivé dichloré avec de l'eau en présence de carbonate de chaux; on atteint aisément et rapidement la seconde en chauffant simplement le corps avec de l'eau à l'ébullition.

» Fittig et Remsen (*Ann. Lieb.*, t. CXLIV, p. 159) ont préparé par une méthode analogue l'aldéhyde protocatéchique en partant du pipéronal, mais ils n'ont pas fait l'étude du dérivé dihalogéné correspondant.

» 2° *Action de l'alcool absolu.* — Quand on verse goutte à goutte le dichlorométhène-dioxypropylbenzène dans de l'alcool absolu, la température s'élève, il se dégage du chlorure d'éthyle, et il y a production de carbonate de propylpyrocatéchine :

$$C^3H^7 - C^6H^3\langle{}^{O}_{O}\rangle C\langle{}^{Cl}_{Cl} + {}^{C^2H^5OH}_{C^2H^5OH} = H^2O + 2C^2H^5Cl + C^3H^7 - C^6H^3\langle{}^{O}_{O}\rangle CO.$$

» Si on laisse la température s'élever jusqu'à l'ébullition de l'alcool, le carbonate de propylpyrocatéchine réagit à son tour sur l'alcool, en donnant de la propylpyrocatéchine et du carbonate d'éthyle

$$C^3H^7 - C^6H^3\langle{}^{O}_{O}\rangle CO + {}^{H - OC^2H^5}_{H - OC^2H^5} = C^3H^7 - C^6H^3\langle{}^{OH}_{OH} + CO\langle{}^{OC^2H^5}_{OC^2H^5}.$$

» 3° *Action du phénol.* — Le phénol réagit très nettement d'après l'équation suivante :

$$C^3H^7 - C^6H^3\langle{}^{O}_{O}\rangle CCl^2 + 2C^6H^5OH = 2HCl + C^3H^7 - C^6H^3\langle{}^{O}_{O}\rangle C\langle{}^{OC^6H^5}_{OC^6H^5}.$$

Le diphénoxyméthène-dioxypropylbenzène formé, véritable éther orthocarbonique phénolique, est un liquide sirupeux qui bout à 256°-258° sous 17mm; les acides étendus le dédoublent par hydrolyse en propylpyrocathéchine, phénol et anhydride carbonique

$$C^3H^7 - C^6H^3\left\langle{O \atop O}\right\rangle C \left\langle{OC^6H^5 \atop OC^6H^5}\right. + 2H^2O = C^3H^7 - C^6H^3\left\langle{OH \atop OH}\right. + CO^2 + 2C^6H^5 - OH.$$

» 4° *Action de l'anhydride acétique.* — Cette action donne naissance, par double décomposition, à du carbonate de propylpyrocatéchine et à du chlorure d'acétyle

$$C^3H^7 - C^6H^3\left\langle{O \atop O}\right\rangle C \left\langle{Cl \atop Cl}\right. + {CH^3 - CO \atop CH^3 - CO}\Big\rangle O = C^3H^7 - C^6H\left\langle{O \atop O}\right\rangle CO + 2CH^3 - COCl.$$

» 5° *Action de l'acide acétique.* — Il y a formation des mêmes produits que dans le cas précédent

$$C^3H^7 - C^6H^3\left\langle{O \atop O}\right\rangle C \left\langle{Cl \atop Cl}\right. + 2CH^3 - CO - OH$$

$$= C^3H^7 - C^6H^3\left\langle{O \atop O}\right\rangle CO + 2CH^3 - COCl + H^2O.$$

» Il est évident que l'eau éliminée dédouble une quantité équivalente de chlorure d'acétyle en acide chlorhydrique et acide acétique.

» L'action de l'oxychlorure de carbone sur la propylpyrocatéchine disodée fournit directement le carbonate diphénolique, ce qui établit sa constitution.

» Le carbonate de propylpyrocatéchine qui prend naissance dans ces diverses réactions est un liquide bouillant à 139°-141° sous 13mm. Il donne lieu à quelques réactions simples et d'une grande netteté. C'est ainsi que, comme son homologue inférieur, le carbonate de pyrocatéchine (Einhorn, *Ann. Lieb.*, t. CCC, p. 142), il réagit immédiatement sur les amines primaires et secondaires, pour donner des uréthanes à fonction phénolique de la forme générale

$$C^3H^7 - C^6H^3\left\langle{O \atop OH}\right. - CO - Az\left\langle{R \atop R'}\right.;$$

le dérivé de l'aniline fond à 142°, celui de la paraphénétidine à 122° et celui de la méthylaniline à 110°. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur les uréides glyoxyliques : allantoïne et acide allantoïque.* Note de **L.-J. Simon**, présentée par M. H. Moissan.

« L'allantoïne est soluble dans la potasse aqueuse; par acidification immédiate, elle est de nouveau précipitée sans perte ni altération; il n'en

est plus de même si l'on diffère quelques jours avant de neutraliser (Schlieper, 1848). Au bout d'un certain temps, en effet, la solution renferme un sel de potassium nouveau; Mülder (1871) l'a isolé, analysé et lui a donné le nom d'*allantoate de potassium*. L'acide allantoïque lui-même a été isolé par Ponomareff (1878) en utilisant l'acide sulfurique étendu pour précipiter l'acide de sa solution alcaline. Enfin, Grimaux (1876) a réalisé, par l'action de l'acide glyoxylique sur l'urée à 100°, la synthèse de l'allantoïne (formule I) sans pouvoir isoler l'acide allantoïque (formule II) qu'il considérait comme un intermédiaire de cette synthèse et qui était encore inconnu à ce moment.

$$\text{(I)}\quad \begin{array}{l} \qquad\qquad\quad CH\text{———}CO \\ \qquad\qquad\quad / \ \backslash \qquad\quad \backslash \\ NH^2-CO-NH\ \ NH-CO-NH, \end{array} \qquad \text{(II)}\quad \begin{array}{l} \qquad\qquad\quad CH-CO.OH \\ \qquad\qquad\quad / \ \backslash \\ NH^2-CO-NH\ \ NH-CO-NH^2. \end{array}$$

» Ces indications étant données, je vais exposer le résultat de mes recherches.

» Si l'on projette l'allantoïne cristallisée dans une solution concentrée et froide de potasse, elle se dissout; après quelques minutes la liqueur claire se trouble, se remplit de petits cristaux; finalement, tout se prend en une masse homogène : c'est l'*allantoïne potassée* (formule I). Au bout de quelques heures, l'aspect de cette bouillie cristalline a complètement changé : la masse solide s'est rétractée et l'eau mère s'est rassemblée. Le sel isolé est l'*allantoate de potassium* (formule II). La transformation est intégrale.

$$\text{(I)}\quad \begin{array}{l} \qquad\qquad\quad CH\text{———}CO \\ \qquad\qquad\quad / \ \backslash \qquad\quad \backslash \\ NH^2-CO-NH\ \ NH-CO-NK, \end{array} \qquad \text{(II)}\quad \begin{array}{l} \qquad\qquad\quad CH-COOK \\ \qquad\qquad\quad / \ \backslash \\ NH^2-CO-NH\ \ NH-CO-NH^2. \end{array}$$

» On peut obtenir ainsi directement soit l'un, soit l'autre des sels de potassium, ce qui n'avait pas été remarqué.

» La même transformation peut être réalisée en quelques minutes en portant au bain-marie bouillant la solution alcaline étendue d'allantoïne. Mais comme l'allantoate de potassium est lui-même altérable dans ces circonstances, les conditions de l'expérience sont plus étroitement déterminées et le rendement n'est plus quantitatif. On peut saisir la modification en refroidissant et acidifiant la solution alcaline au moyen d'acide sulfurique : l'acide allantoïque se précipite par agitation.

» *Propriétés de l'acide allantoïque.* — C'est un corps blanc qui se présente sous forme d'une poudre cristalline; les cristaux généralement petits, examinés au microscope, ont un aspect très caractéristique analogue à celui du pyvurile. Lorsqu'on le chauffe, il se décompose aux environs de 165° alors que l'allantoïne se décompose à 225°. L'écart de température est donc le même qu'entre l'acide homoallantoïque et le pyvurile. Il est très peu soluble dans l'eau, dans les acides dilués et dans les solvants organiques. Il rougit l'hélianthine et décolore la phtaléine colorée par un alcali.

On peut le titrer alcalimétriquement en présence de ce dernier indicateur. Il se dissout dans les alcalis et dans les sels alcalins des acides faibles : avec le carbonate de potassium, il y a départ de gaz carbonique; avec le tartrate et l'oxalate de potassium, il y a dépôt des sels monopotassiques correspondants; enfin *il se dissout dans l'acétate de potassium*. Ces propriétés sont celles d'un corps nettement acide; l'allantoïne au contraire n'a pas les propriétés d'un acide, mais d'une imide.

» L'allantoate de potassium est un sel bien cristallisé et assez soluble dans l'eau. Les acides chlorhydrique et sulfurique précipitent l'acide allantoïque de sa solution et cette précipitation est complète à condition d'opérer à froid et d'agiter; avec l'*acide acétique, même avec ces précautions, la précipitation n'est et ne peut être que partielle; si l'on ne prend pas soin de frotter avec une baguette et d'agiter rien ne se précipite.*

» Traité par l'azotate d'argent la solution d'allantoate de potassium donne un précipité cristallin d'allantoate d'argent peu altérable et d'aspect caractéristique.

» *Action de l'eau.* — 1° L'eau froide agit très lentement sur l'acide allantoïque; une fraction semble se dissoudre, le reste est inaltéré : $0^{g},1$ en présence de 10^{cm^3} d'eau n'est pas disparu au bout de 24 heures.

» 2° Si l'on vient à chauffer, l'acide allantoïque se dissout abondamment; mais *par refroidissement il ne se dépose rien;* il s'est produit une décomposition qu'on peut représenter par l'équation

$$\left.\begin{array}{l}NH^2-CO-NH\\NH^2-CO-NH\end{array}\right\rangle CH-CO^2H+H^2O=CHO-CO^2H+2(NH^2-CO-NH^2).$$

» *L'acide allantoïque a donné naissance à l'acide glyoxylique :* la solution neutralisée par l'ammoniaque donne avec le nitrate d'argent un précipité noircissant à froid lentement, rapidement à l'ébullition; la phénylhydrazine donne un précipité cristallin de la phénylhydrazone glyoxylique facile à caractériser.

» Cette hydrolyse est le dernier terme, encore inaperçu, de la série de réactions qui conduisent régulièrement de *l'allantoïne et, par suite, de l'acide urique à l'acide glyoxylique.*

a. urique :	$C^5H^4N^4O^3+H^2O+O$	$=CO^2+C^4H^6N^4O^3$	allantoïne.
»	$C^4H^6N^4O^3+H^2O$	$=C^4H^8N^4O^4$	a. allantoïque.
»	$C^4H^8N^4O^4+H^2O$	$=2(CON^2H^4)+C^2O^3H^2$	a. glyoxylique.

» Cette décomposition provoquée par l'eau chaude se produit aussi à froid, en particulier dans les solutions de l'acide allantoïque dans l'acétate de potassium et dans ses solutions sursaturées : de là, *la précipitation incomplète par l'acide sulfurique, voire même nulle par l'acide acétique, des solutions d'allantoate de potassium.* Par suite de la concomitance des deux phénomènes : sursaturation et décomposition par l'eau, on assiste donc à ce phénomène singulier de la formation et de la destruction, au sein de l'eau, d'un corps qui y est normalement insoluble, sans que ce corps ait été aperçu à aucun moment et, éventuellement, sans qu'il y ait été soupçonné.

» 3° La transformation au sein de l'eau froide ou chaude n'est pas instantanée; elle exige un certain temps. D'autre part la prolongation de la chauffe a comme conséquence de provoquer des réactions nouvelles.

» L'une d'elles conduit, d'après Ponomareff, à l'un des acides allanturiques. L'autre, plus intéressante, m'a fourni l'allantoïne; *c'est le passage inverse de celui qui conduit à l'acide allantoïque*. Cette observation nous justifie en outre de considérer l'acide allantoïque comme un terme intermédiaire de la synthèse de l'allantoïne effectuée par Grimaux. Enfin elle est parallèle à la transformation de l'acide homoallantoïque en pyvurile que j'ai signalée antérieurement (*Comptes rendus*, t. CXXXIII, 1901, p. 589) : ce qui contribue à donner à cette réaction, dans un domaine en somme peu exploré, un certain caractère de généralité. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Quelques observations sur la composition de l'amidon de pommes de terre*. Note de M. A. **Fernbach**, présentée par M. Roux.

« Les nombreux travaux auxquels l'étude de l'amidon a donné lieu ont établi de plus en plus nettement que la fécule de pommes de terre ne représente point une substance homogène, mais qu'on y rencontre, désignés sous la dénomination commune d'*amidon*, un certain nombre de corps qui diffèrent les uns des autres tout au moins par leur état physique. Cette notion est d'accord avec l'aspect des grains de fécule, dont les couches concentriques éveillent l'idée de dépôts successifs de matière, et dont les dimensions extrêmes varient entre des limites très étendues; elle est corroborée aussi par l'inégalité avec laquelle les divers granules et les diverses régions d'un même granule sont attaquées lorsqu'on les soumet à l'action de l'amylase.

» Nous avons eu l'occasion de faire quelques observations qui démontrent que les divers granules d'amidon qui composent un lot donné de fécule présentent dans leur composition chimique des différences notables qui sont en rapport avec les différences de leurs dimensions.

» La fécule de pommes de terre renferme toujours du *phosphore*, dont la proportion, évaluée en acide phosphorique P^2O^5, peut, ainsi qu'on le verra plus loin, dépasser 2^g par kilogramme de matière sèche. Ce phosphore ne provient pas de matières minérales, mécaniquement entraînées par les granules d'amidon au cours de la fabrication de la fécule; il fait partie intégrante du granule d'amidon. On ne peut, en effet, en débarrasser la fécule par des lavages, soit avec l'eau, soit avec des acides étendus.

» Pour éviter, dans nos analyses, toute cause d'erreur provenant de la présence, dans la fécule, de phosphore extérieur au granule d'amidon, nous avons toujours opéré sur de la fécule préalablement lavée à l'acide chlorhydrique dilué (solution à 2^g de HCl par litre environ). En partant de divers échantillons de fécule commerciale ainsi lavés au préalable, nous

avons pu en isoler par lévigation des lots constitués en majeure partie les uns par des granules légers et de petites dimensions, les autres par les granules les plus gros et les plus lourds. Chacun des lots ainsi séparés a été examiné au point de vue de sa teneur en phosphore, qui a été dosée à l'état d'acide phosphorique par la méthode suivante, dont les principes ont été indiqués il y a quelques années par E. Riegler [1].

» On pèse exactement environ 2g de fécule, qu'on chauffe dans un vase conique, au bain de sable, avec 50cm³ d'acide azotique pur, ajouté en deux fois. Lorsque le liquide est réduit au volume de 10cm³, on l'évapore à sec dans une capsule de porcelaine; le résidu est carbonisé et incinéré au rouge sombre. Les cendres sont reprises à chaud par 10cm³ d'acide azotique à 50 pour 100; on filtre sur de l'amiante, on évapore à sec le liquide filtré, on reprend le résidu par 4cm³ d'acide azotique concentré, et l'on précipite par 25cm³ de liquide molybdique. Le précipité de phosphomolybdate, lavé à l'acide azotique à 1 pour 100, est dissous dans l'ammoniaque au $\frac{1}{3}$ et la solution est précipitée par 5cm³ de chlorure de baryum à 10 pour 100. Au bout de 12 heures de séjour à la température ordinaire, on recueille le précipité de phosphomolybdate de baryte, et on lave à l'eau distillée bouillie. Son poids, multiplié par le facteur 0,0175, donne l'acide phosphorique P^2O^5.

» Voici les résultats obtenus à l'aide de cette méthode: dans la colonne R, nous indiquons le chiffre correspondant à la fécule légère, lorsqu'on égale à 100 le chiffre fourni par la fécule lourde.

	P^2O^5 en milligrammes par 100g de fécule sèche.		
Numéros d'ordre.	Fécule lourde.	Fécule légère.	R.
1	160	199	124
2	143	158	110
3	159	185	116
4	160	194	120
5	178	226	127
6	138	215	155

» Les chiffres ci-dessus nous semblent démontrer nettement que les petits granules de fécule représentent un noyau relativement riche en phosphore, sur lequel viennent se superposer peu à peu, pour former des grains de plus en plus gros, des couches d'amidon exemptes de cet élément.

» Sous quelle forme chimique se trouve le phosphore dans le granule d'amidon? C'est là une question à laquelle nous ne pouvons répondre

(1) *Zeitschrift für analytische Chemie*, t. XLI, 1902, p. 675.

actuellement. Nous pouvons simplement dire que ce phosphore ne nous semble pas appartenir, exclusivement tout au moins, à de la matière organique azotée, car les lots de fécule sur lesquels nous avons opéré étaient toujours excessivement pauvres en azote : les teneurs en azote que nous avons déterminées pour quelques échantillons varient entre 18^{mg} et 38^{mg} par 100^{g}, et l'on peut calculer que, dans le cas le plus favorable à cette explication de l'origine du phosphore, on serait conduit à une matière azotée renfermant près de 30 pour 100 de phosphore.

» L'inégalité de la teneur en phosphore des diverses couches d'amidon qui constituent le granule de fécule nous semble présenter, tant au point de vue de sa formation que de la manière dont il se comporte vis-à-vis de l'amylase, une importance considérable sur laquelle nous nous proposons de revenir prochainement. »

CHIMIE VÉGÉTALE. — *Sur une* résine de Copal *et sur un* Kino *nouveaux fournis, la première par les fruits, et le second par l'écorce de* DIPTERYX ODORATA Willd. Note de MM. **EDOUARD HECKEL** et **FR. SCHLAGDENHAUFFEN**, présentée par M. A. Haller.

« Ainsi que l'a établi une récente Communication (4 janvier 1904), l'un de nous (M. Heckel) a constaté le premier et étudié anatomiquement, en collaboration avec M. Jacob de Cordemoy, l'existence dans le genre *Dipteryx* d'un double appareil de sécrétion [poches à Copal (¹) et cellules sécrétrices d'un Kino].

» La présente Note a pour but d'appeler l'attention sur le nouveau Kino (*tanno-glucose*) des *Dipteryx* et d'en exposer sommairement la nature et les modes d'obtention. Nous rappelons qu'un appareil sécréteur de Kino est très répandu dans toute la plante; mais il est plus développé dans l'écorce, dans le liber, dans la partie interne de la zone ligneuse et enfin à la périphérie de la moelle. S'il est impossible, sans mettre la plante en péril, d'atteindre par des incisions cet appareil dans les deux dernières zones sus-

(¹) Dans ce végétal on retrouve, mais en quantité très faible, la même résine de Copal, dans les poches sécrétrices de l'écorce et des feuilles, d'où l'on ne pourrait l'extraire, du reste, qu'avec de grandes difficultés et sans profit, par le traitement au chloroforme, dissolvant le plus approprié, déjà employé pour le traitement des parois des fruits en vue d'y épuiser le Copal.

indiquées, on peut impunément du moins intéresser dans cette pratique l'écorce et le liber. Cette opération a été faite sur les indications de l'un de nous (M. Heckel) à Saint-Laurent-du-Maroni (Guyane française), par les soins du service de l'administration pénitentiaire, dans une plantation de *Dipteryx odorata* âgée de 15 ans, c'est-à-dire formée d'arbres adultes.

» En adoptant la méthode dite en *arête de poisson*, les écorces du tronc ont été incisées profondément en vue d'obtenir un écoulement de Kino, d'abord les 16 et 23 août 1903, mais sans résultat appréciable. C'est à peine s'il découlait, des profondeurs de l'écorce (liber) intéressée en entier par des incisions obliques, un liquide rouge foncé, capable d'imbiber et de teindre les bords de la plaie. Mais, le 6 septembre, le même liquide a coulé assez abondamment, quoique avec lenteur, pour être recueilli et desséché. Nous avons pu ainsi obtenir du Maroni une quantité suffisante de ce Kino (150g environ) pour un examen de ce produit en comparaison avec les autres Kinos commerciaux.

» Le produit est brun rouge, transparent, moyennement dur et fournit, après avoir été écrasé sous le pilon, une poudre rouge rubis. Il est de saveur fortement astringente, ce qui prouve sa dissolubilité assez marquée dans la salive, mais il se dissout moins bien dans l'eau pure froide. Au bout de 24 heures, on voit encore nager dans le liquide rosé des flocons plus ou moins volumineux qui ne disparaissent qu'après une ébullition prolongée. L'alcool à 90° ne le dissout pas immédiatement mais seulement au bout de plusieurs jours à la température ordinaire de 15° à 20°. La dissolution dans le véhicule est plus rapide à chaud.

» La solution aqueuse traitée par une goutte de solution étendue de sulfate ferreux ne change pas, mais après addition d'une trace d'ammoniaque, il se produit une coloration violette intense. Avec le même réactif en solution concentrée, le liquide devient bleu et passe au bleu violet après ébullition. Les solutions aqueuse ou alcaline du produit noircissent au contact d'une lame de fer. Abandonnées pendant 1 heure ou 2 heures au bain-marie jusqu'à réduction à siccité, elles se transforment en un magma noir qui ne se redissout plus dans l'eau. Les alcalis caustiques, de même que leurs carbonates le dissolvent, au contraire, aisément et la solution fortement colorée qui est ainsi obtenue, précipite abondamment par les acides. Ces caractères sont communs aux solutions aqueuses ou alcooliques de Kinos de *Pterocarpus marsupium* et *erinaceus*, des *Eucalyptus*, et d'un grand nombre d'autres Kinos. Traitées par du fer réduit en poudre, ces mêmes solutions fournissent, à froid ou à l'ébullition, un liquide violet qui se décolore en présence des acides pour redevenir rouge, comme les solutions de Kinos de Malabar, après addition de carbonates alcalins ou d'alcalis caustiques étendus [réaction du professeur Schaer obtenue avec le suc épaissi de *Myristica malabarica* (*Apotheker Zeitung*, 1896, n° 80)].

» La solution aqueuse de notre Kino, additionnée de cyanure rouge, légèrement acidifiée par l'acide chlorhydrique, devient verte à froid et fournit à l'ébullition, en présence d'une trace de sel ferrique, un précipité abondant de *bleu de Prusse*, preuve

de la réduction du ferricyanure en ferrocyanure. Ainsi que divers auteurs l'ont remarqué pour un grand nombre de Kinos, on obtient aussi le même précipité avec le nôtre quand on en chauffe la solution primitive avec du chlorure ferrique et qu'on y ajoute une trace de cyanure rouge.

» Étant donné le caractère réducteur du composé nouveau, nous avons cherché à la rendre manifeste sous d'autres formes en employant des réactifs de même ordre : *liqueur de Bareswill*, *nitrate d'argent*, *chlorure mercurique*, *molybdate d'ammoniaque*, *chlorure stanneux* et *sous-nitrate de bismuth*, dans la pensée que tous ces composés seraient réduits à un degré d'oxydation inférieur. Tous ces réactifs n'ont pas répondu à notre attente qui s'est cependant réalisée en partie, notamment pour la solution cuivrique, le nitrate d'argent et le molybdate d'ammoniaque : coloration rouge de Pozzi-Escot comme coloration spécifique du tanin (*Comptes rendus*, 1904, p. 80). L'acétate de plomb et la gélatine précipitent abondamment la solution en gris rosé et rose pâle. Lorsque, après la filtration du dépôt, on chauffe le liquide qui passe avec quelques gouttes d'acide sulfurique, on constate au bain-marie, ou à l'ébullition, la production d'oxyde cuivreux après addition de liqueur de Bareswill, ce qui prouve la présence du sucre dans la liqueur primitive. Cette réaction s'explique d'ailleurs naturellement puisque l'on peut considérer le sucre comme un des produits destinés à la production ultérieure du tanin dans les plantes (*Journal de Pharmacie et de Chimie*, t. II, 1893, p. 463).

» Chauffée modérément dans un tube, la matière se boursoufle légèrement, dégage des produits aromatiques et fournit des cristaux de *pyrocatéchine*.

» Après incinération complète en capsule de platine, notre Kino laisse un résidu fixe de 0,15 pour 100 de couleur vert brun, dans lequel il est facile de constater la présence du fer, du manganèse et de la chaux, après fusion avec du nitre ou du carbonate de soude. Ce poids de cendres est de beaucoup inférieur à celui que donnent la plupart des produits similaires et dont la moyenne est de 1 à 1,5 pour 100.

» Il résulte de cet examen rapide que le produit de sécrétion rouge dominant dans l'écorce de *Dipteryx odorata*, et probablement de tous les *Dipteryx*, présente la plus grande analogie, à quelques exceptions près, avec les Kinos anciennement connus. Nous pouvons donc conclure en disant que ces végétaux, en dehors de leur graine si employée en parfumerie à raison de leur richesse en *coumarine*, présentent deux sécrétions différentes (Copal et Kino) dont l'intérêt économique est aussi réel que l'intérêt scientifique et dont l'exploitation, dès lors, mériterait sans doute d'être étudiée de près sur les lieux de production. »

MÉDECINE. — *Variétés d'origine, de nature et de propriétés, des produits solubles actifs développés au cours d'une infection.* Note de M. A. **Charrin**, présentée par M. d'Arsonval.

« De longues recherches m'ont amené à mettre en lumière l'insuffisance de la formule classique : *Le microbe fait la maladie à l'aide de sa toxine.*

» En premier lieu, des cultures du bacille pyocyanique j'ai retiré, en plus grand nombre que dans les précédentes analyses, des corps formés par ce bacille et capables d'agir sur l'organisme. — Tout d'abord, une expérience a définitivement prouvé à quel point les *pigments* sont peu toxiques.

» De 300^{cm^3} d'une culture, dont 10^{cm^3} introduits dans les veines provoquaient la mort de 1000^g de matière vivante, j'ai extrait toute la pyocyanine. Or, injecté, ce produit n'a provoqué l'apparition ni d'accidents appréciables, ni, conformément à l'opinion d'Ehrlich, d'un état réfractaire (1). Par contre, les *principes volatils*, les *ammoniaques composées* de cette même culture, font succomber l'animal (2).

» En dehors de ces éléments pigmentaires ou ammoniacaux, éléments le plus souvent absents ou peu abondants dans la profondeur des tissus (3), on retire des *substances solubles dans l'alcool.*

» En raison des précipités obtenus à l'aide des réactifs de Mayer, de Bouchardat, ou du liquide silico-tungstique, ces substances se rapprochent des *alcaloïdes;* aptes à troubler la respiration, à accélérer le cœur, à causer de l'amaigrissement, etc., elles provoquent, avec les corps insolubles dans l'alcool, un certain degré d'immunisation.

» Mais ce sont ces *corps insolubles* qui se révèlent les plus actifs; parmi eux figurent *différentes diastases :* la *présure,* la *caséase,* plus encore la *pyo-*

(1) Ehrlich, en effet, prétend que les vaccins ne cristallisent pas, opinion que des expériences personnelles rendent en partie douteuse.

(2) D'après nos recherches, ces matières d'excrétion plutôt que de sécrétion sont surtout constituées par la *méthylamine;* c'est à ce corps accessoire, nullement particulier au germe du pus bleu, qu'est principalement due l'absence d'incubation dans la genèse des troubles pyocyaniques. Il en résulte que cette différence d'action entre ces sécrétions microbiennes et d'autres toxines ne tient pas aux principes véritablement spécifiques.

(3) De telles constatations prouvent qu'en se basant sur les attributs des poisons élaborés *in vitro,* on ne saurait sûrement apprécier les effets nuisibles des toxines formées chez l'animal.

cyanase, une véritable *trypsine*, etc. Grâce à ces diastases, le bacille imprime, aux cellules ou aux humeurs une foule de changements.

» Toutefois, il existe d'autres processus morbifiques. — Habituellement impuissant à faire fermenter la plupart des sucres, le germe du pus bleu attaque le *galactose*, plus encore le *glucose*. En dehors de quelques traces *d'alcool éthylique*, la fermentation glucosique donne naissance à *divers acides fixes ou volatils*, mis en évidence par la méthode des distillations fractionnées : *acides succinique, lactique, acétique, formique, butyrique*. D'un autre côté, comme chez l'animal infecté par ce microbe l'*alcalinité humorale* et la *teneur en sucre du sang* diminuent, il est permis de rapprocher ces résultats. Or, même à l'état de sels, ces acides sont toxiques; d'autre part, soustraire aux tissus, pour neutraliser ces corps, des éléments tels que certaines bases, peut être nuisible. Nul n'ignore, en effet, l'importance du rôle de quelques-unes de ces bases (surtout de nature minérale), propres à agir sur la conductibilité électrique, les tensions osmotiques, l'activité des échanges, des fermentations, du pouvoir bactéricide, etc.

» Chez des sujets envahis par cet infiniment petit du pus bleu, j'ai également constaté que différentes substances organiques, par exemple *l'oxygène*, sont en variables proportions directement consommées; d'autres sont hydratées, peptonisées, etc., préparées en vue de la nutrition des parasites.

» Ainsi un agent pathogène provoque des accidents morbides à l'aide de multiples sécrétions; les unes spéciales à cet agent confèrent au mal sa note dominante; d'autres relativement contingentes déterminent des symptômes plus accessoires.

» En dehors de l'intervention de ces sécrétions, les désordres pathologiques dépendent aussi soit de changements quantitatifs ou qualitatifs imposés aux humeurs ou aux tissus, soit de différentes modifications, conséquences de ces changements, d'ailleurs variés : il s'agit là d'éléments plutôt indirectement microbiens. Dès lors, on conçoit pourquoi les propriétés toxiques des cultures stérilisées diffèrent de celles des extraits organiques des animaux infectés.

» A côté de ces produits ordinairement nuisibles prennent place des principes qui, au point de vue de leur genèse, sont encore plus étrangers à l'influence des bactéries : ce sont les *anti-toxines*, les *agglutinines* ou les *substances bactéricides*, agglutinines ou substances bactéricides dont l'histoire est en partie liée à celle du virus pyocyanique. Plutôt défensifs, ces corps dérivent des réactions des cellules impressionnées par les germes ou leurs toxines.

» On voit à quel degré sont multiples et complexes les produits *volatils* ou *stables, solubles* ou *insolubles* dans l'alcool, *alcaloïdiques* ou de préférence *diastasiques*, d'origine *microbienne, cellulaire* ou *mixte*, qui naissent au cours d'un infection. Comme leur nature, leurs *attributs* sont *dissemblables;* les uns agissent *de suite*, par eux-mêmes, les autres exigent une période d'*incubation* et interviennent à la faveur d'éléments dont ils provoquent la genèse; parfois *locale* (obstructions vasculaires, etc.), le plus souvent leur action est *générale;* dans le nombre il s'en rencontre d'*antagonistes* (1).

» Quoi qu'il en soit, tant au point de vue de leur nature qu'à celui de leurs attributs; cette multiplicité aussi bien que cette complexité (2) des principes solubles actifs développés au cours d'une infection mettent de plus en plus en lumière et l'insuffisance et l'étroitesse de la formule : *Le microbe fait la maladie à l'aide de sa toxine.* »

M. **Stanislas Meunier** adresse une Note « Sur une pluie de poussière à Palerme ».

M. **Emm. Pozzi-Escot** adresse une Note intitulée : « Procédé général de préparation des protochlorures et sur les propriétés chlorurantes d'un mélange d'acide chlorhydrique et d'oxygène naissant ».

A 3 heures et demie l'Académie se forme en Comité secret.

La séance est levée à 4 heures.

G. D.

---

(1) La puissance hémolytique des principes volatils isolés (*la partie*) d'une culture pyocyanique est supérieure à celle de cette culture prise dans son ensemble (*le tout*). Cet apparent paradoxe tient partiellement à ce que le mucus de cette culture (mucus qui n'accompagne pas ces composés volatils) protège dans une certaine mesure les hématies contre cette hémolyse.

Il est intéressant de constater qu'une culture (réunion de produits bactériens disparates) renferme des matériaux antagonistes, tout comme une humeur organique, l'urine (réunion de produits cellulaires). En outre, *in vitro*, ce mucus apparaît bien après les éléments spasmogènes; de même, *in vivo*, les thromboses sont, en général, postérieures aux convulsions.

(2) Dans d'autres cas (constitution des venins, virus spéciaux, etc.), on retrouve cette multiplicité et cette complexité faciles à développer (produits toxiques, produits prédisposants, produits vaccinants, etc.) dans des études d'ensemble.

ERRATA.

(Séance du 1er février 1904.)

Note de MM. *Paul Sabatier* et *Alph. Mailhe,* Réduction directe des dérivés halogénés aromatiques par le nickel divisé et l'hydrogène :

Page 248, lignes 9 et 10, *au lieu de* vapeurs d'hydrobenzène entraînées par un excès d'hydrobenzène, *lisez* vapeurs d'iodobenzène entraînées par un excès d'hydrogène.

Note de M. *A. Trillat,* Sur le rôle d'oxydases que peuvent jouer les sels manganeux en présence d'un colloïde :

Page 275, ligne 29, *au lieu de* $0^g,617$, *lisez* $0^g,717$.

(Séance du 8 février 1904.)

Note de M. *Augustin Normand,* Sur la détermination du déplacement d'un bâtiment de combat :

Page 332, ligne 1, *après le mot* déplacement, *ajoutez* en apparence inutilisée.

On souscrit à Paris, chez GAUTHIER-VILLARS,
Quai des Grands-Augustins, n° 55.

Depuis 1835 les **COMPTES RENDUS** hebdomadaires paraissent régulièrement le *Dimanche*. Ils forment, à la fin de l'année, deux volumes in-4°. Deux Tables, l'une par ordre alphabétique de matières, l'autre par ordre alphabétique de noms d'Auteurs, terminent chaque volume. L'abonnement est annuel et part du 1er Janvier.

Le prix de l'abonnement est fixé ainsi qu'il suit :
Paris : 30 fr. — Départements : 40 fr. — Union postale : 44 fr.

On souscrit, dans les Départements,

	chez Messieurs :
Agen	Ferran frères.
Alger	Chaix. Jourdan. Ruff.
Amiens	Courtin-Hecquet.
Angers	Germain et Grassin. Gastineau.
Bayonne	Jérôme.
Besançon	Régnier.
Bordeaux	Feret. Laurens. Muller (G.).
Bourges	Renaud.
Brest	Derrien. F. Robert. Oblin. Uzel frères.
Caen	Jouan.
Chambery	Perrin.
Cherbourg	Henry. Marguerie.
Clermont-Ferr...	Juliot. Bouy.
Dijon	Nourry. Ratel. Rey.
Douai	Lauverjat. Degez.
Grenoble	Drevet. Gratier et Cie.
La Rochelle	Foucher.
Le Havre	Bourdignon. Dombre.
Lille	Thorez. Quarré.
Lorient	Baumal. Mme Texier.
Lyon	Bernoux et Cumin. Georg. Effantin. Savy. Vitte.
Marseille	Ruat.
Montpellier	Valat. Coulet et fils.
Moulins	Martial Place.
Nancy	Jacques. Grosjean-Maupin. Sidot frères.
Nantes	Guist'hau. Veloppé.
Nice	Barma. Appy.
Nimes	Thibaud.
Orléans	Loddé.
Poitiers	Blanchier. Lévrier.
Rennes	Plihon et Hervé.
Rochefort	Girard (Mlles).
Rouen	Langlois. Lestringant.
St-Étienne	Chevalier.
Toulon	Ponteil-Burles. Rumèbe.
Toulouse	Gimet. Privat.
Tours	Boisselier. Péricat. Suppligeon.
Valenciennes	Giard. Lemaître.

On souscrit, à l'Étranger,

	chez Messieurs :
Amsterdam	Feikema Caarelsen et Cie.
Athènes	Beck.
Barcelone	Verdaguer.
Berlin	Asher et Cie. Dames. Friedlander et fils. Mayer et Müller.
Berne	Schmid Francke.
Bologne	Zanichelli.
Bruxelles	Lamertin. Mayolez et Audiarte. Lebègue et Cie.
Bucharest	Sotchek et Ce. Alcalay.
Budapest	Kilian.
Cambridge	Deighton, Bell et Ce.
Christiania	Cammermeyer.
Constantinople	Otto Keil.
Copenhague	Höst et fils.
Florence	Seeber.
Gand	Hoste.
Gênes	Beuf.
Genève	Cherbuliez. Georg. Stapelmohr.
La Haye	Belinfante frères.
Lausanne	Benda. Payot et Cie.
Leipzig	Barth. Brockhaus. Kœhler. Lorentz. Twietmeyer.
Liège	Desoer. Gnusé.
Londres	Dulau. Hachette et Cie. Nutt.
Luxembourg	V. Bück.
Madrid	Ruiz et Cie. Romo y Fussel. Capdeville. F. Fé.
Milan	Bocca frères. Hœpli.
Moscou	Tastevin.
Naples	Marghieri di Gius. Pellerano.
New-York	Dyrsen et Pfeiffer. Stechert. Lemcke et Buechner
Odessa	Rousseau.
Oxford	Parker et Cie
Palerme	Reber.
Porto	Magalhaès et Moniz
Prague	Rivnac.
Rio-Janeiro	Garnier.
Rome	Bocca frères. Loescher et Cie.
Rotterdam	Kramers et fils.
Stockholm	Nordiska Boghandel.
St-Pétersbourg	Zinserling. Wolff.
Turin	Bocca frères. Brero. Clausen. Rosenberg et Sellier.
Varsovie	Gebethner et Wolff.
Vérone	Drucker.
Vienne	Frick. Gerold et Cie.
Zürich	Meyer et Zeller.

TABLES GÉNÉRALES DES COMPTES RENDUS DES SÉANCES DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

Tomes 1er à 31. — (3 Août 1835 à 31 Décembre 1850.) Volume in-4°; 1853. Prix.......... 25 fr.
Tomes 32 à 61. — (1er Janvier 1851 à 31 Décembre 1865.) Volume in-4°; 1870. Prix.......... 25 fr.
Tomes 62 à 91. — (1er Janvier 1866 à 31 Décembre 1880.) Volume in-4°; 1889. Prix.......... 25 fr.
Tomes 92 à 121. — (1er Janvier 1881 à 31 Décembre 1895.) Volume in-4°; 1900. Prix.......... 25 fr.

SUPPLÉMENT AUX COMPTES RENDUS DES SÉANCES DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES :

Tome I. — Mémoire sur quelques points de la Physiologie des Algues, par MM. A. Derbès et A.-J.-J. Solier. — Mémoire sur le Calcul des Perturbations qu'éprouv les Comètes, par M. Hansen. — Mémoire sur le Pancréas et sur le rôle du suc pancréatique dans les phénomènes digestifs, particulièrement dans la digestion matières grasses, par M. Claude Bernard. Volume in-4°, avec 32 planches; 1856.......... 25

Tome II. — Mémoire sur les vers intestinaux, par M. P.-J. Van Beneden. — Essai d'une réponse à la question de Prix proposée en 1850 par l'Académie des Scie pour le concours de 1853, et puis remise pour celui de 1856, savoir : « Étudier les lois de la distribution des corps organisés fossiles dans les différents terrains » sédimentaires, suivant l'ordre de leur superposition. — Discuter la question de leur apparition ou de leur disparition successive ou simultanée. — Rechercher la » nature des rapports qui existent entre l'état actuel du règne organique et ses états antérieurs », par M. le Professeur Bronn. In-4°, avec 7 planches; 1861.... 25 fr.

A la même Librairie les Mémoires de l'Académie des Sciences, et les Mémoires présentés par divers Savants à l'Académie des Sciences.

N° 7.

TABLE DES ARTICLES. (Séance du 15 février 1904.)

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

MÉMOIRES PRÉSENTÉS.

CORRESPONDANCE.

PARIS. — IMPRIMERIE GAUTHIER-VILLARS,
Quai des Grands-Augustins, 55.

Le Gérant : Gauthier-Villars.

1904.

PREMIER SEMESTRE.

COMPTES RENDUS

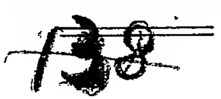
HEBDOMADAIRES

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES

PAR MM. LES SECRÉTAIRES PERPÉTUELS.

TOME CXXXVIII.



N° 8 (22 Février 1904).

PARIS,

GAUTHIER-VILLARS, IMPRIMEUR-LIBRAIRE

DES COMPTES RENDUS DES SÉANCES DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES,

Quai des Grands-Augustins, 55.

1904

RÈGLEMENT RELATIF AUX COMPTES RENDUS

ADOPTÉ DANS LES SÉANCES DES 23 JUIN 1862 ET 24 MAI 1875

Les *Comptes rendus hebdomadaires des séances de l'Académie* se composent des extraits des travaux de ses Membres et de l'analyse des Mémoires ou Notes présentés par des savants étrangers à l'Académie.

Chaque cahier ou numéro des *Comptes rendus* a 48 pages ou 6 feuilles en moyenne.

26 numéros composent un volume.

Il y a deux volumes par année.

ARTICLE 1er. — *Impression des travaux de l'Académie.*

Les extraits des Mémoires présentés par un Membre ou par un associé étranger de l'Académie comprennent au plus 6 pages par numéro.

Un Membre de l'Académie ne peut donner aux *Comptes rendus* plus de 50 pages par année.

Toute Note manuscrite d'un Membre de l'Académie ou d'une personne étrangère ne pourra paraître dans le *Compte rendu* de la semaine que si elle a été remise le jour même de la séance.

Les Rapports ordinaires sont soumis à la même limite que les Mémoires; mais ils ne sont pas compris dans les 50 pages accordées à chaque Membre.

Les rapports et Instructions demandés par le Gouvernement sont imprimés en entier.

Les extraits des Mémoires lus ou communiqués par les Correspondants de l'Académie comprennent au plus 4 pages par numéro.

Un Correspondant de l'Académie ne peut donner plus de 32 pages par année.

Les *Comptes rendus* ne reproduisent pas les discussions verbales qui s'élèvent dans le sein de l'Académie; cependant, si les Membres qui y ont pris part désirent qu'il en soit fait mention, ils doivent rédiger, séance tenante, des Notes sommaires, dont ils donnent lecture à l'Académie avant de les remettre au Bureau. L'impression de ces Notes ne préjudicie en rien aux droits qu'ont ces Membres de lire, dans les séances suivantes, des Notes ou Mémoires sur l'objet de leur discussion.

Les Programmes des prix proposés par l'Académie sont imprimés dans les *Comptes rendus*, mais les Rapports relatifs aux prix décernés ne le sont qu'autai que l'Académie l'aura décidé.

Les Notices ou Discours prononcés en séance pı blique ne font pas partie des *Comptes rendus*.

ARTICLE 2. — *Impression des travaux des Savants étrangers à l'Académie.*

Les Mémoires lus ou présentés par des personn qui ne sont pas Membres ou Correspondants de l'Ac démie peuvent être l'objet d'une analyse ou d'un ré sumé qui ne dépasse pas 3 pages.

Les Membres qui présentent ces Mémoires sor tenus de les réduire au nombre de pages requis. L Membre qui fait la présentation est toujours nommé mais les Secrétaires ont le droit de réduire cet Extra autant qu'ils le jugent convenable, comme ils le foı pour les articles ordinaires de la correspondance off cielle de l'Académie.

ARTICLE 3.

Le *bon à tirer* de chaque Membre doit être remis l'Imprimerie le mercredi au soir, ou, au plus tard, l jeudi à 10 heures du matin; faute d'être remis à temps le titre seul du Mémoire est inséré dans le *Compte rend* actuel, et l'extrait est renvoyé au *Compte rendu* sui vant et mis à la fin du cahier.

ARTICLE 4. — *Planches et tirage à part.*

Les *Comptes rendus* ne contiennent ni planches, n figures.

Dans le cas exceptionnel où des figures seraien autorisées, l'espace occupé par ces figures compter pour l'étendue réglementaire.

Le tirage à part des articles est aux frais des au teurs; il n'y a d'exception que pour les Rapports e les Instructions demandés par le Gouvernement.

ARTICLE 5.

Tous les six mois, la Commission administrative fai un Rapport sur la situation des *Comptes rendus* aprè l'impression de chaque volume.

Les Secrétaires sont chargés de l'exécution du pré sent Règlement.

Les Savants étrangers à l'Académie qui désirent faire présenter leurs Mémoires par MM. les Secrétaires perpétuels sont priés de le déposer au Secrétariat au plus tard le Samedi qui précède la séance, avant 5h. Autrement la présentation sera remise à la séance suivante

ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 22 FÉVRIER 1904.

PRÉSIDENCE DE M. MASCART.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur quelques points de la théorie des fonctions algébriques de deux variables et de leurs intégrales.* Note de M. **Émile Picard**.

« 1. En présentant, il y a quelques semaines, à l'Académie, la seconde partie du Tome II de ma *Théorie des fonctions algébriques de deux variables*, j'appelais l'attention sur les recherches à poursuivre encore dans cette théorie. L'une des plus importantes concerne le nombre, que je désigne par ρ, et qui joue un rôle fondamental dans la théorie des intégrales de différentielles totales de troisième espèce. J'avais jusqu'ici quelque incertitude sur la valeur de ce nombre pour la surface la plus générale de degré m. Or, mon attention vient d'être récemment appelée sur une page du Mémoire célèbre de M. Nöther relatif aux courbes algébriques (*Memoires de l'Académie de Berlin*, 1882, § 11 et 12). Notre illustre Correspondant d'Erlangen y démontre que, sur la surface la plus générale de degré m ($m \geqq 4$), *toute courbe algébrique est l'intersection complète de la surface avec une autre surface*. A la vérité, la démonstration fondée sur une énumération de constantes ne peut être regardée que comme rendant le théorème extrêmement vraisemblable, et il y aurait lieu de revenir sur la question. Admettons toutefois le résultat. Il est pour nos recherches de grande importance; car on en déduit de suite que, *pour la surface la plus générale de degré* m ($m \geqq 4$), *on a*

$$\rho = 1,$$

et que, de plus, toute intégrale de différentielle totale relative à la surface est une combinaison algébrico-logarithmique.

» Le nombre ρ_0 des intégrales doubles distinctes de seconde espèce est alors donné, pour la surface générale de degré *m*, par la formule

$$\rho_0 = (m-1)(m^2 - 3m + 3),$$

en appliquant la formule générale de la page 373 de mon *Traité* :

$$(1) \qquad \rho_0 = N - 4p - (m-1) - (\rho - 1).$$

Parmi les surfaces pour lesquelles on a $\rho = 1$, je citerai encore la surface de Kummer, comme il résulte facilement d'un théorème de M. Humbert, et aussi les surfaces hyperelliptiques générales, comme je l'ai montré (*Annales de l'École Normale*, 1901).

» 2. J'ai examiné (*loc. cit.*) les surfaces dont l'équation est de la forme

$$(S) \qquad z^m = x^m + P(y) \qquad (m \geqq 4),$$

où $P(y)$ est un polynome *arbitraire* de degré *m*, et j'ai montré que l'on a pour une telle surface

$$\rho = (m-1)^2 + 1.$$

On voit que, quoique la surface S n'ait aucune singularité, le nombre ρ est bien différent pour elle de ce qu'il est pour la surface générale de degré *m*. La formule précédente suppose d'ailleurs que $P(y)$ est arbitraire; pour des polynomes P *spéciaux*, la valeur de ρ sera différente et la nature arithmétique des coefficients peut jouer un grand rôle. J'ai déjà insisté, dans des cas particuliers, sur la dépendance entre ρ et *la nature arithmétique* des coefficients de l'équation de la surface (voir, par exemple, p. 323). En appliquant la formule (1), on trouve de suite, pour la surface (S),

$$\rho_0 = (m-1)(m-2)^2.$$

» 3. L'importance du nombre

$$N - 4p - (m-1)$$

est considérable dans la théorie des intégrales doubles de seconde espèce. Or, il y a quelques jours, M. Castelnuovo vient de me communiquer une remarque très intéressante à ce sujet. Ce nombre coïncide, à une unité près, avec l'invariant relatif I que M. Enriques et lui ont envisagé dans leur beau Mémoire *Sopre alcune questioni fondamentali nella teoria delle superficie algebriche*, publié en 1901 dans les *Annali di Matematica*. C'est la considération des systèmes linéaires de courbes qui les a conduits à cette

combinaison. De plus, *sur une surface ne possédant aucune courbe exceptionnelle,* l'invariant I s'exprime à l'aide du genre numérique p_n et du genre linéaire $p^{(1)}$ (*Curvengeschlecht* de Nöther), par la formule

$$I = 12 p_n - p^{(1)} + 9.$$

La dépendance ainsi établie (au moins pour certaines surfaces) entre le nombre des intégrales doubles distinctes de seconde espèce et les genres numérique et linéaire p_n et $p^{(1)}$, paraîtra sans doute bien remarquable. *Elle établit un lien entre deux ordres de considérations extrêmement différents.*

» 4. Faisons encore une application de la formule (1) au cas d'une surface unicursale. Soit une surface unicursale définie en coordonnées homogènes par les équations

$$x_i = f_i(\alpha, \beta, \gamma) \qquad (i = 1, 2, 3, 4),$$

les f étant des polynomes homogènes de degré n en α, β et γ. On suppose que les courbes $f_i = 0$ aient a points simples communs ne répondant d'ailleurs à aucune disposition particulière. Dans ces conditions, on a, pour la surface ainsi définie,

$$m = n^2 - a, \qquad p = \frac{(n-1)(n-2)}{2}, \qquad \rho = a + 1.$$

» Quant au nombre N, il est égal à $3(n-1)^2$, comme le montre un calcul facile.

» La formule (1) donne alors

$$\rho_0 = 0.$$

Il devait en être ainsi, puisque la surface, étant unicursale, a toutes ses intégrales doubles de seconde espèce réductibles à la forme

$$\iint \left(\frac{\partial U}{\partial x} + \frac{\partial V}{dy} \right) dx\, dy,$$

U et V étant rationnelles en x, y et z.

» 5. Je termine en complétant un résultat que j'ai déjà indiqué sur les périodes des intégrales doubles et sur une classe d'équations différentielles linéaires (*Comptes rendus*, 13 janvier 1902). Soit une surface algébrique

$$f(x, y, z, \alpha) = 0$$

dépendant rationnellement d'un paramètre α, et considérons une intégrale double de seconde espèce

$$\int\int \frac{Q(x, y, z, \alpha)}{f'_z} dx\, dy,$$

Q étant un polynome en x, y et z à coefficients rationnels en α. En général, les $N - 4p - (m-1)$ périodes de cette intégrale double sont des fonctions de α; *elles satisfont à une équation différentielle linéaire d'ordre* $N - 4p - (m-1)$ *dont les coefficients sont rationnels en* α. Les nombres N, p et m correspondent à la surface f pour α arbitraire. »

CHIMIE PHYSIQUE. — *Études réfractométriques relatives à la constitution de quelques acides méthiniques cyanés.* Note de MM. **A. Haller** et **P.-Th. Muller**.

« Dans une série de recherches faites depuis une vingtaine d'années dans le laboratoire de l'un de nous, il a été démontré que l'introduction de radicaux négatifs dans des molécules neutres comme le camphre, les éthers acylacétiques, maloniques, etc., donnait lieu à la production de corps à fonction nettement acide, auxquels nous avons donné le nom d'*acides méthiniques*.

» Les divers modes de synthèse de ces composés et un certain nombre de leurs propriétés nous autorisaient, au début de nos recherches, à les envisager comme des combinaisons de forme

$$\underbrace{C^8H^{14}\begin{cases}CH - CN \\ \; | \\ CO\end{cases}}_{\text{Camphre cyané.}} \qquad \underbrace{R - CO\,\overset{\diagup CN}{CH} - CO^2R'}_{\text{Éthers acylcyanacétiques.}} \qquad \underbrace{\overset{\diagup CN}{CH} = (CO^2R)^2.}_{\text{Éthers cyanomaloniques.}}$$

» Mais d'autres propriétés, parmi lesquelles celles des composés à complexe $- CO \diagdown \overset{CN}{\overset{|}{CH}} -$ se distinguaient entre toutes, nous ont conduit peu à peu à attribuer à ces corps, suivant les réactions envisagées, une fonction énolique $- COH = \overset{\diagup CN}{C} -$.

» C'est ainsi que nous avons montré par exemple que le camphre cyanosodé fournit avec les iodures alcooliques presque exclusivement des

alcoylcyanocamphres énoliques (¹) $C^8H^{14}\left\langle\begin{array}{l}C - CN\\ \parallel\\ COR,\end{array}\right.$ avec fort peu d'isomères cétoniques $C^8C^{14}\left\langle\begin{array}{l}CR\,CN\ (^2)\\ |\\ CO,\end{array}\right.$ et que les éthers acylcyanacétiques argentiques donnent, dans des conditions semblables, des éthers se comportant comme des dérivés de l'acide α-cyano-β-oxycrotonique

$$CH^3 - COR = C\left\langle\begin{array}{l}CN\ (^3)\\ CO^2R.\end{array}\right.$$

» Divers auteurs ont constaté des phénomènes du même genre avec d'autres dérivés de l'éther acétylacétique ou avec des molécules de type différent et l'un deux (Claisen), résumant les faits observés, a pu écrire que « l'introduction de groupes négatifs dans des molécules susceptibles » de se tautomériser, a pour effet de favoriser l'énolisation ».

» Pour nous assurer si, à l'état libre, à *l'état statique*, ces composés appartiennent au type cétonique ou au type énolique, nous avons entrepris leur étude optique. Les recherches de M. Brühl et de M. Conrady ont en effet déterminé la valeur des coefficients optiques pour un grand nombre de corps; il résulte de leurs Tableaux que la réfraction moléculaire d'un composé énolique ($- C(OH) = C <$) dépasse celle d'un composé cétonique ($- CO - CH <$) de 1,01 pour la raie α et de 0,94 pour la raie D. La dispersion moléculaire ($M\gamma - M\alpha$) des corps énoliques est également plus grande; différence 0,16.

» Les Tableaux I et I *bis* résument nos premières expériences. Elles portent sur dix substances, dont six ont été examinées à l'état liquide et quatre en dissolution dans le toluène. Ce dissolvant ne semble pas modifier la constitution des corps qu'on y dissout; nous l'avons du reste vérifié en étudiant deux de nos substances sous la forme liquide et sous la forme dissoute; on voit que les divergences ne sont pas considérables. Si d'ailleurs on compare les corps dissous entre eux, on trouve qu'ils sont bien les homologues les uns des autres. Par exemple, pour la raie D, l'incrément moyen CH^2 est donné par les nombres suivants, en prenant comme terme de com-

---

(¹) A. Haller, *Comptes rendus*, t. CXV, p. 98 et t. CXXXVI, p. 788.
(²) A. Haller et J. Minguin, *Comptes rendus*, t. CXVIII, p. 690.
(³) A. Haller et G. Blanc, *Comptes rendus*, t. CXXX, p. 376.

paraison l'acétylcyanacétate de méthyle $CH^3 - CO - CH\langle^{CN}_{CO^2CH^3}$,

$C^2H^5 - CO - CH\langle^{CN}_{CO^2CH^3}$	$C^3H^7 - CO - CH\langle^{CN}_{CO^2CH^3}$
Propionylcyanacétate de méthyle 4,51.	*n.* butyrylcyanacétate de méthyle 4,57 × 2.
$CH^3 - CO - CH\langle^{CN}_{CO^2C^3H^7}$	$CH^3 - CO - CH\langle^{CN}_{CO^2C^5H^{11}}$
Acétylcyanacétate de propyle 4,72 × 2.	Acétylcyanacétate d'amyle 4,62 × 4.

» L'incrément normal de Conrady est 4,60.

» La comparaison est tout aussi favorable pour les corps liquides, à la condition de faire deux groupes, l'un comprenant les trois substances qui renferment le radical méthyle, l'autre les trois substances qui ne contiennent pas ce radical. La différence entre l'acétylcyanacétate d'amyle et 1° le butyrylcyanacétate de méthyle est égale à 4,68 × 2; 2° l'acétylcyanacétate d'éthyle est 4,66 × 3.

» La différence entre le propionylcyanacétate d'éthyle et 1° le *n.* butyrylcyanacétate d'éthyle est égale à 4,55; 2° l'isobutyrylcyanacétate d'éthyle est 4,57.

» La différence est moins bonne entre les corps méthylés et non méthylés. Ainsi, la différence entre le propionylcyanacétate d'éthyle et 1° l'acétylcyanacétate d'éthyle est égale à 4,02; 2° l'acétylcyanacétate d'amyle est 4,98 × 2.

» Malgré cette divergence, il nous paraît légitime d'affirmer que toutes nos substances se comportent à peu près de la même manière au point de vue optique, c'est-à-dire qu'elles sont bâties sur le même type, qu'elles possèdent la même constitution. En se reportant à notre Tableau, on constate que tous les nombres se rapprochent plus de ceux que l'on calcule avec la forme énolique que de ceux qu'exigerait la formule cétonique. Cependant il est impossible de ne pas être frappé de l'écart considérable qui sépare l'expérience de la théorie et l'on est en droit de se demander si l'exaltation de l'activité optique n'est pas due en partie à l'association, dans le même méthane, de trois groupements négatifs (2CO et CN dans l'espèce).

» S'il en était ainsi, on n'aurait pas le droit de conclure nécessairement au caractère énolique de nos composés, *à l'état statique*, bien que, nous le

répétons, leurs sels de sodium ou d'argent soient susceptibles de donner naissance à des dérivés de substitution dont la fonction énolique ne fasse aucun doute.

» Les Tableaux II et II *bis* relatifs aux éthers cyanomalonique libre et substitués renferment, dans une certaine mesure, la solution de la question. On y voit d'abord que les trois éthers cyanomaloniques substitués ont une réfraction et une dispersion sensiblement normales, correspondant à leurs formules $RC\begin{matrix} \diagup CN \\ -CO^2C^2H^5 \\ \diagdown CO^2C^2H^5 \end{matrix}$; on y remarque cependant une légère exagération qui est en moyenne de 0,26 pour la raie D. Nous devons nous attendre à une exaltation plus grande chez l'éther cyanomalonique luimême ([1]) : nous trouvons en effet des nombres très voisins de ceux qu'exige une formule énolique de cet éther, $C^2H^5O - \underset{\displaystyle OH}{\overset{}{C}} = C\begin{matrix} \diagup CN \\ -COOC^2H^5 \end{matrix}$, mais cependant inférieurs (les nombres calculés du Tableau II *bis* se rapportent à la formule ordinaire, non énolique); or, si, nous replaçant sur le terrain purement chimique, nous nous rappelons que les éthers alcoylcyanomaloniques possèdent un ensemble de propriétés qui confirment la constitution $R.C\begin{matrix} \diagup CN \\ -(CO^2C^2H^5)^2 \end{matrix}$ que nous leur avons attribuée ([2]), la molécule mère, l'éther cyanomalonique dont ils dérivent par substitution, ne peut avoir que la forme $CH\begin{matrix} \diagup CN \\ -(CO^2C^2H^5)^2 \end{matrix}$, c'est-à-dire la forme non énolique. Il faudra donc, dans ce cas, admettre que l'exagération de la réfraction moléculaire est due à l'influence réciproque des radicaux négatifs ([3]). Si cette conclusion est exacte dans le cas de l'éther cyanomalonique, n'est-on pas autorisé à l'adopter partiellement, tout au moins, pour les éthers acylcyanacétiques étudiés plus haut, éthers dans lesquels, vu leur grande acti-

---

([1]) L'augmentation des acides carboxylés, par rapport à leurs éthers, est en moyenne de 0,35 (voir P. TH. MULLER, *Journal de Chimie physique*, 1903, p. 199).

([2]) Voir A. HALLER et G. BLANC, *Comptes rendus*, t. CXXXII, 1901, p. 381.

([3]) Voir A. HALLER et P.-TH. MULLER, *Comptes rendus*, t. CXXVIII, 1899, p. 1370 et P.-TH. MULLER, *Bull. Soc. chim.*, 3e série, t. XXVII, 1902, p. 1018.

vité optique, on peut supposer l'existence des deux formes cétonique et énolique.

» Des particularités observées dans des échantillons conservés depuis longtemps, échantillons qui ont, en partie, perdu la faculté de cristalliser, nous permettront peut-être de trancher la difficulté.

» Quoi qu'il en soit, abstraction faite de toute autre considération, des mesures qui précèdent et des constatations que l'un de nous a déjà eu l'occasion de faire au sujet de la fonction de ces molécules, on peut conclure que « l'accumulation dans ces composés de radicaux négatifs exalte » non seulement la fonction acide, mais encore la réfraction et la disper- » sion moléculaires ».

» Ces recherches sont continuées avec d'autres corps du même type, avec leurs sels et avec des combinaisons d'un type différent.

TABLEAU I.

	p.	d_4^{20}.	N_{20}.	α.	D.	β.	γ.	
$CH^3.CO.CH(CN).COOCH^3$	4,0012	0,8754	0,2484	1,4915 0,2397	1,4959 0,2421	1,5074 0,2469	1,5172 0,2513	1
$C^2H^5.CO.CH(CN)\ COOCH^3$	4,4166	0,8755	0,2495	1,4914 0,2473	1,4958 0,2493	1,5072 0,2543	» »	2
n-$C^3H^7.CO.CH(CN).COOCH^3$	liquide	1,0933	»	1,4722 0,2562	1,4763 0,2581	1,4871 0,2631	1,4968 0,2676	3
Id.	9,4678	0,8840	0,4952	1,4903 0,2539	1,4948 0,2560	1,5062 0,2611	» »	»
$CH^3.CO.CH(CN).COOC^2H^5$	liquide	1,1107	»	1,4669 0,2498	1,4710 0,2517	1,4816 0,2565	1,4905 0,2605	4
$C^2H^5.CO.CH(CN).COOC^2H^5$	Id.	1,0762	»	1,4567 0,2529	1,4603 0,2546	1,4697 0,2591	1,4780 0,2630	5
n-$C^3H^7.CO.CH(CN).COOC^2H^5$ ...	Id.	1,0561	»	1,4577 0,2582	1,4614 0,2600	1,4706 0,2645	1,4789 0,2685	6
iso-$C^3H^7.CO.CH(CN).COOC^2H^5$ ..	Id.	1,0542	»	1,4570 0,2583	1,4606 0,2601	1,4699 0,2646	1,4782 0,2686	7
$CH^3.CO.CH(CN).COOC^3H^7$	4,7948	0,8746	0,2482	1,4910 0,2559	1,4954 0,2578	1,5068 0,2630	1,5167 0,2677	8
$CH^3.CO.CH(CN).COOC^5H^{11}$	liquide	1,0328	»	1,4639 0,2671	1,4676 0,2690	1,4772 0,2737	1,4857 0,2778	9
Id.	5,6257	0,8743	0,2497	1,4905 0,2652	1,4949 0,2672	1,5063 0,2721	1,5161 0,2764	»
$C^2H^5.O.CO.CH^2.CO.CH\langle^{CN}_{C^2H^5.O.CO}$	6,3758	0,8809	0,2474	1,4970 0,2384	1,4955 0,2406	1,5067 0,2439	1,5166 0,2481	10

TABLEAU I *bis*.

	M_α.			M_D.			M_β.	M_γ.	$M_\gamma - M_\alpha$.			
	Trouvé.	Calc. forme énol.	Diff.	Trouvé.	Calc. énol.	Diff.	Trouvé.	Trouvé.	Trouvé.	Calc.	Diff.	
$CH^3.CO.CH(CN)COOCH^3$........	33,80	32,41	1,39	34,12	32,62	1,51	34,82	35,43	1,63	0,92	0,71	1
$C^2H^5.CO.CH(CN).COOCH^3$.......	38,32	36,98	1,34	38,64	37,22	1,42	39,41	»	»	1,03	»	2
$n.C^3H^7.CO.CH(CN).COOCH^3$.....	43,30	41,55	1,75	43,62	41,82	1,80	44,46	45,22	1,92	1,14	0,78	3
Id.	42,91	41,55	1,36	43,26	41,82	1,44	44,13	»	»	1,14	»	»
$C^2H^5.CO.CH(CN).COOC^2H^5$.......	38,72	36,98	1,74	39,01	37,22	1,79	39,76	40,38	1,66	1,03	0,63	4
$C^2H^5.CO.CH(CN).COOC^2H^5$.......	42,74	41,55	1,19	43,03	41,82	1,21	43,78	44,45	1,71	1,14	0,57	5
$nC^3H^7.CO.CH(CN).COOC^2H^5$.....	47,26	46,12	1,14	47,58	46,43	1,15	48,40	49,13	1,87	1,25	0,62	6
$is.C^3H^7.CO.CH(CN).COOC^2H^5$....	47,28	46,12	1,16	47,60	46,43	1,17	48,42	49,16	1,88	1,25	0,63	7
$CH^3.CO.CH(CN).COOC^3H^7$........	43,25	41,55	1,70	43,57	41,82	1,75	44,45	45,24	1,99	1,14	0,85	8
$CH^3.CO.CH(CN)COOC^5H^{11}$.......	52,62	50,70	1,92	52,99	51,03	1,96	53,91	54,74	2,12	1,36	0,76	9
Id.	52,25	50,70	1,55	52,63	51,03	1,60	53,61	54,45	2,20	1,36	0,84	»
$C^2H^5.O.CO.CH^2.CO.CH\langle^{CN}_{C^2H^5.O.CO}$...........	54,12	52,47	1,65	54,62	52,90	1,72	55,36	56,32	2,20	1,39	0,81	10

TABLEAU II. — *Corps liquides*.

	d_4^{20}.		α.	D.	β.	γ.
$CN - CH\langle^{COOC^2H^5}_{COOC^2H^5}$....	1,0931		1,4240	1,4263	1,4316	1,4362
			0,2334	0,2345	0,2371	0,2393
$CN - C(COOC^2H^5)^2$ / CH^3.....	1,0695		1,4209	1,4232	1,4282	1,4324
			0,2371	0,2382	0,2406	0,2427
$CN - C(COOC^2H^5)^2$ / C^2H^5.....	1,0521		1,4245	1,4267	1,4319	1,4363
			0,2428	0,2439	0,2465	0,2487
$CN - C(COOC^2H^5)^2$ / C^3H^7.....	1,0332		1,4269	1,4291	1,4343	1,4388
			0,2484	0,2495	0,2522	0,2545

TABLEAU II *bis*.

	M_α.			M_D.					$M_\gamma - M_\alpha$.		
	Trouvé.	Calculé forme non énol.	Diff.	Trouvé.	Calculé forme non énol.	Diff.	M_β Trouvé.	M_γ Trouvé.	Trouvé.	Calculé forme non énol.	Diff.
$CN - CH(COOC^2H^5)^2$...	43,19	42,20	0,99	43,38	42,57	0,81	43,86	44,26	1,07	0,99	0,88
$CN - C(COOC^2H^5)^2$ / CH^3....	47,18	46,77	0,41	47,40	47,17	0,23	47,89	48,30	1,12	1,10	0,02
$CN - C(COOC^2H^5)^2$ / C^2H^5....	51,71	51,34	0,37	51,94	51,77	0,17	52,50	52,96	1,25	1,21	0,04
$CN - C(COOC^2H^5)^2$ / C^3H^7....	56,39	55,91	0,48	56,65	56,37	0,28	57,25	57,76	1,37	1,32	0,05

» *Nota*. — Les nombres *calculés* du Tableau I *bis* se rapportent à la formule éno-

lique; p représente le poids du corps dissous dans 100g de solution; N_{20} la normalité exacte de la liqueur à 20° calculée à l'aide de la densité et de p. Les densités d_4^{20} sont rapportées à l'eau à 4° et ramenées au vide, le pycnomètre étant plongé dans un thermostat à la température de 20°. Les expériences de réfractions ont été faites à la température de 20° avec l'appareil de Pulfrich; les indices sont pris par rapport à la raie D du sodium et aux raies α, β, γ de l'hydrogène; au-dessous de chaque indice n (par exemple 1,4959) figure immédiatement la réfraction spécifique $\frac{n^2-1}{n^2+2}\frac{1}{d}$ (exemple 0,2421). Les Tableaux I *bis* et II *bis* donnent sous les rubriques M_α, M_D, ... les réfractions moléculaires, ainsi que la dispersion moléculaire $M_\gamma - M_\alpha$, valeurs trouvées à l'aide des Tableaux I et II; ils comprennent aussi les valeurs calculées au moyen des modules, ainsi que les différences. »

ZOOLOGIE. — *Sur le genre* Ortmannia *Rathb. et les mutations de certains Atyidés.* Note de M. E.-L. Bouvier.

« Les Crevettes de la famille des Atyidés se tiennent exclusivement en eau douce. En dépit de leur adaptation à ce milieu spécial et de l'allure étrange que présentent leurs formes les plus typiques, elles se rattachent par une série de genres aux Crevettes marines les plus primitives. Des *Xiphocaris*, dont les pinces sont normales et qui sont munis d'exopodites sur toutes les pattes, on passe aux *Atyaephyra* où les exopodites ont disparu sur les trois paires de pattes postérieures, aux *Caridina* qui n'ont plus d'exopodites et dont les pinces antérieures sont seules modifiées, puis aux *Ortmannia* M. Rathbun (*Atyoida* Ortmann) où les modifications portent sur les pinces des deux premières paires de pattes, enfin on arrive aux formes terminales de la famille, les *Atya* dont les pinces extraordinairement curieuses sont fendues jusqu'à la base et par conséquent dépourvues de région palmaire. Au reste, dans le genre *Atya* lui-même, on peut établir une série d'espèces qui s'éloignent progressivement des *Ortmannia;* par sa faible taille et son rostre subtriangulaire denté en dessous, l'*A. serrata* présente quelques ressemblances avec l'*Ortmannia mexicana* Sauss. (*O. potimirim* F. Muller), tandis que l'*A. gabonensis* Giebel, l'*A. robusta* A. Milne-Edwards et plusieurs autres formes tranchent au premier abord par leurs caractères adaptatifs très marqués: grandes dimensions, rostre latéralement échancré, pattes de la troisième paire singulièrement fortes et robustes, etc. Il semble toutefois que les *Ortmannia* se distinguent des *Atya* de toutes espèces par deux caractères bien constants : d'un côté la forme des pinces qui sont normales avec un doigt mobile relativement court et une région

palmaire bien différenciée, de l'autre le développement du carpe, qui est plus long que large au moins dans les pattes de la deuxième paire. Ces deux caractères sont de première importance; ils rapprochent les *Ortmannia* des *Caridina* et des *Atyaephyra*, tandis qu'ils les éloignent considérablement des Atyes.

» En étudiant les Atyidés de la collection du Muséum, un lot de Crevettes recueillies à Honolulu par M. Ballieu retint particulièrement mon attention. Ces Crevettes étaient des Atyidés de petite taille, tous adultes, et d'ailleurs fort semblables, mais les uns présentaient tous les caractères de l'*Atya bisulcata* sp. Bate, tandis que les autres appartenaient bien évidemment au genre *Ortmannia*.

» En 1901, M[lle] Mary Rathbun fit une observation analogue sur des Atyidés recueillis aux îles Sandwich par M. Henshaw; elle rangea dans l'espèce de sp. Bate tous les exemplaires à carpes courts et à pinces fendues jusqu'à la base; quant aux autres, elle les considéra comme les types d'une *Ortmannia* nouvelle, l'*O. Henshawi*. Je me trouvais en présence des mêmes formes, mais je fus conduit à les considérer tout autrement que M[lle] Rathbun. Abstraction faite des caractères génériques relatifs au carpe et aux pinces, ces deux formes se ressemblent en tout : même structure du rostre, des antennes, des appendices buccaux, mêmes ornements tégumentaires ; partout l'identité la plus absolue, ce qui ne laisse pas de paraître étrange pour deux espèces appartenant à des types génériques différents. Bien plus, les deux formes ont cette similitude d'aspect qui caractérise tous les représentants d'une même espèce et qui, dans la détermination, guide plus vite et parfois aussi sûrement que l'examen des caractères morphologiques. A mon sens, l'*Ortmannia Henshawi* n'est pas autre chose qu'une mutation de l'*Atya bisulcata*, mutation qui présente ce caractère curieux de rappeler la forme ancestrale immédiate des *Atya*. Il ne s'agit pas ici d'un dimorphisme ordinaire, sexuel, saisonnier ou local ; les exemplaires de M. Ballieu furent recueillis au mois de mai 1877, aux abords d'Honolulu, peut-être d'un même coup de filet; dans l'une ou l'autre forme d'ailleurs ils présentent les mêmes variations de taille et de sexe. Quelques femelles d'*Atya bisulcata* sont munies d'œufs, tandis que les femelles de la mutation *Henshawi* n'en présentent pas; mais, dans un autre envoi également fait par M. Ballieu, des femelles de cette mutation portent une charge d'œufs remarquablement abondante.

» Je n'aurais peut-être pas hasardé la conclusion qui précède si les matériaux du Muséum ne m'avaient permis de l'étendre à d'autres régions du

globe. En 1890, M. Alluaud recueillit dans un torrent de la montagne d'Ambre, à Madagascar, une petite Crevette qui présente tous les caractères du genre *Ortmannia*, mais qui diffère de la mutation *Henshawi* par des caractères spécifiques; ultérieurement, le Muséum a reçu de Sainte-Marie de Madagascar un petit lot de Crevettes ([1]) où sont mélangées des *Atya* et des *Ortmannia* tout à fait semblables, abstraction faite des caractères génériques. Les exemplaires de la première forme me paraissent devoir être attribués à l'*Atya serrata* sp. Bate, ceux de la seconde ressemblent à l'exemplaire de la montagne d'Ambre, ils ont tous les caractères spécifiques de l'*Atya serrata* et représentent certainement, à mon avis, une mutation de cette espèce. Ce sera, si l'on veut, la mutation *Alluaudi* de l'*A. serrata*.

» L'*A. serrata* existe aussi à l'île Bourbon où Maillard, vers 1854, en a capturé trois exemplaires qui se trouvent actuellement au Muséum. La mutation *Alluaudi* de cette espèce a été trouvée en 1893 par M. Alluaud, dans les ravines des montagnes de Salasie et d'Helbour. Un exemplaire de cette mutation fut capturé par M. Alluaud, en 1890, à l'île Maurice; l'*A. serrata* typique n'a pas encore été signalée dans cette île, mais on ne saurait douter qu'elle y existe, aussi bien qu'à la Réunion.

» Ces mutations présentent un grand intérêt parce qu'elles mettent en évidence l'un des mécanismes par lesquels se produisent et s'établissent définitivement des types nouveaux au moyen de types plus primitifs qui peuvent persister ou disparaître. En présence de ces mutations, on ne saurait douter que les *Atya* dérivent en ligne directe des *Ortmannia*, et que, pour certaines espèces, cette dérivation ne soit pas encore un fait définitivement accompli. C'est naturellement chez les petites formes, plus voisines que toutes autres des Atyidés primitifs, que l'on voit persister encore cet état d'équilibre instable, où le même être peut indifféremment produire la forme du passé ou celle de l'avenir : l'*Atya bisulcata* et l'*A. serrata* se trouvent encore à ce stade. Dans l'*Ortmannia americana* la forme primitive existe seule, soit qu'elle ait persisté apèrs avoir produit des *Atya*, soit qu'elle évolue, ce qui est plus probable, vers des productions de cette sorte. Dans l'*Atya brevifrons* de Man, au contraire, la forme primitive semble avoir disparu, léguant un cachet très net à sa descendante, qui est petite comme les *Ortmannia* et munie comme elles de pattes locomotrices peu puissantes. L'*A. brevifrons* est une espèce commune dans les îles du Paci-

---

([1]) Ces Crevettes furent capturées dans un petit ruisseau, près de Sainte-Marie, au mois d'octobre 1895; elles ont été données au Muséum par M. Édouard Chevreux.

fique; jamais on ne l'a signalée sous la forme *Ortmannia*, mais il est possible que, dans quelque île, elle persiste encore à cet état. Il va sans dire que chez les Atyes les plus typiques (*A. robusta*, *A. scabra*, etc.), qui sont fort modifiées et de grande taille, on ne saurait s'attendre à trouver des exemplaires de la forme *Ortmannia*.

» Voici donc manifestement des *mutations par atavisme* qui nous montrent comment peuvent se former des types nouveaux et persister des types anciens. Actuellement, les *Atya bisulcata* et *A. serrata* sont représentées par des individus de deux sortes : les uns à pinces fendues jusqu'à la base, les autres à pinces normales; si ces espèces étaient sociales, les individus de chaque type pourraient être appelés à jouer dans la colonie un rôle différent, et à coup sûr les caractères qui les distinguent iraient en s'exagérant par la suite. Ne pourrait-on expliquer de la sorte la mystérieuse présence des individus polymorphes dans les sociétés de Fourmis et de Termites? et le point de départ du polymorphisme de ces formes ne serait-il pas une mutation atavique semblable à celle des Atyes?

» Je reviens au domaine de la systématique pure. Le genre *Ortmannia* doit persister, mais il ne comprend jusqu'ici, semble-t-il, qu'une seule espèce indépendante, l'*O. mexicana*, de l'Amérique tropicale. La mutation *Henshawi* de l'*Atya bisulcata* et la mutation *Alluaudi* de l'*Atya serrata* sont bien des *Ortmannia*, mais elles représentent des espèces en voie d'évolution et qui, suivant le cas, pourront persister ou disparaître en tant qu'*Ortmannia*; il convient de les considérer, non plus comme des espèces indépendantes, mais comme la forme atavique de l'espèce d'*Atya* qui en est issue.

» Il sera facile de vérifier sur place l'exactitude des vues qui sont exposées dans cette Note. A ceux qui ne les accepteraient pas il restera toujours le loisir de considérer comme des espèces d'*Ortmannia* bien distinctes les deux mutations signalées plus haut ([1]). »

([1]) M. Ortmann considère l'*Atya bisulcata* de Spence Bate comme une *Ortmannia* (*Atyoida*) encore que les exemplaires étudiés par l'auteur anglais présentent de vraies pinces d'*Atya*; j'ajoute que M. Ortmann ne semble pas avoir observé les curieuses variations de cette espèce.

MÉDECINE. — *Action du sérum humain sur quelques Trypanosomes pathogènes; action de l'acide arsénieux sur* Tr. gambiense. Note de M. A. Laveran.

« Dans des Notes antérieures (¹) j'ai montré que le sérum humain, injecté à dose suffisante à des souris ou à des rats atteints de Nagana, de Mal de Caderas ou de Surra, faisait disparaître, au moins temporairement, les Trypanosomes de la grande circulation.

» Pour une souris de 20^g à 25^g, il faut injecter de $0^{cm^3},5$ à 1^{cm^3} de sérum humain; pour un rat de 200^g il faut employer 2^{cm^3} à 3^{cm^3} de sérum, ou $0^g,20$ à $0^g,30$ de poudre de sérum desséché.

» Les Trypanosomes disparaissent en 24 ou 36 heures de la grande circulation, mais ils reparaissent en général au bout de quelques jours. Leur disparition est parfois définitive. Le plus souvent les injections répétées de sérum humain ne font que prolonger la vie des animaux.

» Au mois de novembre 1903, MM. les Drs Dutton et Todd ont bien voulu me faire remettre par M. le Dr Annett deux rats infectés, l'un avec *Trypanosoma gambiense*, l'autre avec un Trypanosome des chevaux de Gambie. Il paraît démontré que *Tr. gambiense*, découvert par Forde et Dutton en Gambie, est identique au Trypanosome décrit par Castellani sous le nom de *Tr. ugandense*, comme l'agent pathogène de la Maladie du sommeil. L'étude de ce parasite présente donc, au point de vue médical, un grand intérêt.

» On pouvait penser, *a priori*, que *Tr. gambiense*, qui se développe dans le sang de l'homme, comme dans celui de beaucoup d'autres Mammifères, ne serait pas influencé par le sérum humain, contrairement à ce qui arrive pour les Trypanosomes du Nagana, du Surra et du Caderas, maladies pour lesquelles l'homme possède l'immunité naturelle. C'est en effet ce qui ressort de mes observations. Le sérum humain injecté, à la dose de $0^g,20$ à 0^g30 de poudre, à des rats de 170^g à 200^g, infectés de *Tr. gambiense*, s'est montré complètement inactif.

» Au début de l'infection des rats par *Tr. gambiense*, les Trypanosomes sont très rares dans le sang, et il arrive qu'après des examens positifs, on fait des examens négatifs; mais, au bout d'un mois à un mois et demi, les

(¹) *Comptes rendus*, séances du 1er avril 1902 et du 6 juillet 1903.

Trypanosomes se sont établis à demeure dans le sang, et leur nombre est, en général, assez grand pour qu'il soit facile d'apprécier l'influence des médications mises en usage; c'est ce moment qu'il faut choisir pour l'expérimentation des sérums et des médicaments.

» Les sérums de cobaye, de mouton et de cheval neufs se sont montrés sans action sur *Tr. gambiense*, comme le sérum humain, ce qui se comprend, car le cobaye, le mouton et le cheval s'infectent par *Tr. gambiense*.

» P. Manson a essayé de traiter par les injections de sérum de cheval une malade atteinte de Trypanosomiase, et il constate que cette médication a échoué ([1]); ce résultat était à prévoir, le cheval n'étant pas réfractaire à l'infection que produit *Tr. gambiense* ([2]).

» Ce Trypanosome se développe malheureusement dans le sang de la plupart des Mammifères. Je dois dire que le sérum d'un Cynocéphale paraissant avoir l'immunité naturelle pour *Tr. gambiense* s'est montré aussi peu actif que le sérum des animaux ayant une susceptibilité avérée pour ce Trypanosome.

» Il y aura lieu d'expérimenter le sérum des animaux ayant acquis l'immunité pour *Tr. gambiensc* et celui des animaux hyperimmunisés, mais les résultats des recherches antérieures faites dans cette direction avec d'autres Trypanosomes pathogènes ([3]) et de quelques essais du pouvoir curatif du sérum d'animaux ayant acquis l'immunité pour *Tr. gambiense* lui-même, laissent peu d'espoir quant au résultat définitif de ces expériences.

» Le sérum humain, inefficace sur *Tr. gambiense*, a, au contraire, une action évidente, quoique faible, sur le Trypanosome des chevaux de Gambie. Il est aujourd'hui démontré que ce dernier Trypanosome doit être séparé complètement de *Tr. gambiense* dont il se distingue par ses caractères morphologiques, comme par son action pathogène sur les animaux; mais, au début de leurs recherches, Dutton et Todd ont dû poser la question d'identité ou de non-identité de ces parasites observés dans la même région. La réaction différente des parasites au sérum humain fournit une nouvelle preuve à l'appui de leur différenciation. Le sérum humain

---

([1]) P. Manson et C.-W. Daniels, *Brit. med. Journ.*, 30 mai 1903.

([2]) E. Dutton et J.-L. Todd, *First report of the Trypanosomiasis exped. to Senegambia* (1902), Liverpool 1903. Expér. LXXXVII, Tableau X.

([3]) A. Laveran et F. Mesnil, *Recherches sur le traitement et la prévention du Nagana* (*Ann. de l'Inst. Pasteur*, nov. 1902).

injecté, à dose suffisante, à des souris ou à des rats ayant des Trypanosomes du cheval de Gambie assez nombreux dans leur sang, fait disparaître d'ordinaire ces Trypanosomes en 36 ou 48 heures; les parasites ne tardent pas à reparaître. Dans les cas où les Trypanosomes sont nombreux, l'injection de sérum humain peut avoir seulement pour effet de diminuer le nombre des parasites. L'activité du sérum humain est en somme réelle mais plus faible que dans le Nagana, le Surra et le Caderas.

» L'acide arsénieux est le seul médicament qui ait donné quelques résultats favorables dans le traitement du Surra et du Nagana (1); il était intéressant de rechercher s'il était efficace contre *Tr. gambiense*.

» Il résulte des expériences que j'ai faites sur des rats que l'acide arsénieux, donné à dose suffisante, fait disparaître les *Tr. gambiense* de la grande circulation, au moins d'une façon temporaire, et qu'il peut hâter la guérison de la Trypanosomiase chez ces animaux. La dose efficace est de $0^{mg},1$ d'acide arsénieux pour 20^{g} d'animal, soit 1^{mg} pour un rat de 200^{g} (2); au-dessous de cette dose, les résultats sont nuls ou très incomplets.

» Dans la Trypanosomiase humaine, les arsenicaux ont été employés souvent et ils n'ont donné que des améliorations passagères, mais, en général, les doses prescrites ont été trop faibles. D'après les résultats fournis par l'expérimentation sur les animaux, on peut dire que la méthode qui consiste à donner de faibles doses journalières d'acide arsénieux (méthode employée le plus souvent dans le traitement de la Trypanosomiase humaine) est mauvaise et qu'il est préférable de prescrire des doses fortes et espacées.

» Les auteurs s'accordent à dire que la Trypanosomiase humaine est toujours mortelle lorsque les accidents nerveux se sont déclarés, mais, avant l'apparition de ces accidents, il y a une période plus ou moins longue pendant laquelle les Trypanosomes, en petit nombre dans le sang, produisent peu de troubles morbides. A cette première phase, il est probable que l'infection produite par *Tr. gambiense* est curable chez l'homme,

---

(1) Recherches de Lingard aux Indes et de D. Bruce au Zoulouland [A. Laveran et Mesnil, *Op. cit.* (*Ann. de l'Inst. Pasteur*, nov. 1902)].

(2) C'est également la dose efficace dans le Nagana, le Surra et le Caderas. La solution employée, en injections hypodermiques, a la composition suivante : ac. arsénieux 1^{g}, carbonate de soude 1^{g}, eau distillée 500^{g} (A. Laveran et F. Mesnil, *Op. cit.*).

L'acide arsénieux agit également sur le Trypanosome des chevaux de Gambie, mais plus faiblement, à ce qu'il m'a semblé, que dans les autres Trypanosomiases.

comme elle l'est chez beaucoup d'espèces animales et que l'acide arsénieux peut contribuer à la guérison.

» Une bonne hygiène et une alimentation abondante sont aussi des facteurs importants dans le traitement de la Trypanosomiase; en Afrique, la Maladie du sommeil sévit avec une intensité particulière sur les travailleurs nègres misérables, surmenés et mal nourris (¹); on observe de même que les animaux qui ont quelque tare, quelque cause d'affaiblissement s'infectent plus fortement que ceux qui sont en bon état et qui reçoivent une nourriture abondante. »

PHYSIQUE. — *Enregistrement, au moyen de la photographie, de l'action produite par les rayons* N *sur une petite étincelle électrique.* Note de M. R. **Blondlot**.

« Bien que les rayons N ne produisent pas par eux-mêmes d'action photographique, il est néanmoins possible d'utiliser la photographie pour déceler leur présence et pour étudier leurs actions. On y parvient, comme je l'ai indiqué dès le 11 mai 1903, en faisant agir pendant un temps déterminé une petite source lumineuse sur une plaque sensible, tandis que cette source est soumise à l'action des rayons N, puis répétant l'expérience pendant le même temps et dans des conditions identiques, à cela près que les rayons N sont supprimés : l'impression produite est notablement plus intense dans le premier cas que dans le second. Comme exemple de l'application de cette méthode, j'ai donné à cette époque deux photogravures dont la comparaison montre que l'eau, même en couche très mince, arrête les rayons N issus d'un bec Auer (²). Depuis, j'ai étendu ces expériences à l'enregistrement des actions produites par des rayons N d'origines diverses, et je l'ai perfectionné comme je vais l'exposer.

» Une petite étincelle électrique est la source lumineuse sensible la plus appropriée à ce genre de recherches : d'une part, en effet, elle est très actinique, et, d'autre part, on peut la maintenir, aussi longtemps qu'il est nécessaire, à la même intensité. Bien qu'il soit impossible d'obtenir une invariabilité absolue dans l'éclat de l'étincelle, comme ces petites varia-

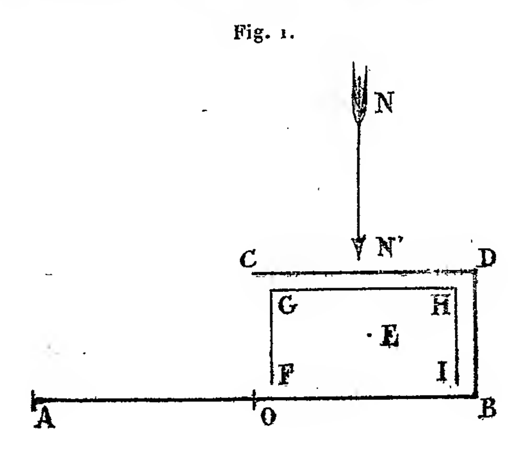
(¹) Christy, *Rep. of the sleep. sickness Comm.*, novembre 1903. Dans l'Ouganda l'épidémie de Trypanosomiase a été beaucoup aggravée par la famine.

(²) *Voir Comptes rendus*, t. CXXXVI, p. 1227.

tions se produisent d'une manière non systématique, leur influence doit disparaître dans l'impression totale reçue par la plaque au bout d'un temps de pose même fort court; j'ai pu d'ailleurs éliminer d'une manière plus complète encore cette cause de perturbation, par un croisement réitéré des expériences, ainsi que je vais l'expliquer.

» La figure 1 ci-jointe représente une coupe horizontale de l'appareil employé, AB est la plaque photographique ayant 13^{cm} de largeur, E est l'étincelle, renfermée dans une boîte de carton FGHI, ouverte seulement du

Fig. 1.



côté de la plaque, et ne permettant à l'étincelle d'agir que sur la moitié OB de celle-ci; CD est un écran en plomb revêtu de papier mouillé et solidaire du châssis qui contient la plaque. Les rayons N, provenant d'une source quelconque, forment un faisceau ayant la direction et le sens NN'. Les choses étant ainsi disposées, les rayons N sont arrêtés par l'écran CD : l'étincelle, pendant qu'elle impressionne la moitié OB de la plaque, est à l'abri des rayons N.

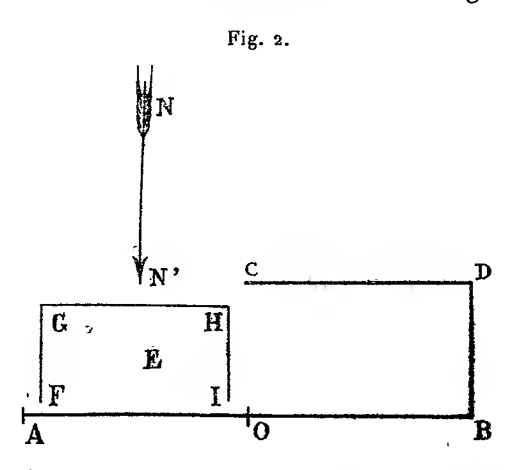
» Maintenant, donnons au châssis contenant la plaque une translation vers la droite égale à la moitié de sa largeur (*fig.* 2); la moitié AO de la plaque prend ainsi la place qu'occupait la moitié OB, et cette fois, l'écran CD, emporté par le châssis dans la translation, n'est plus interposé sur le trajet des rayons N : la moitié AO de la plaque reçoit donc l'action de l'étincelle soumise aux rayons N.

» Cela posé, voici l'expérience : maintenons d'abord la plaque dans la première des positions indiquées ci-dessus pendant 5 secondes, puis dans la seconde position, également pendant 5 secondes; ramenons-la à la première position, et recommençons un certain nombre de fois la double

opération qui vient d'être décrite.... Au bout d'un temps égal à un multiple pair de 5 secondes, par exemple au bout de 100 secondes, chacune des moitiés de la plaque aura posé devant l'étincelle pendant des temps égaux; seulement, pendant que AO posait, il y avait des rayons N et, pendant que OB posait, il n'y en avait pas.

» Grâce à un agencement de guides et de butoirs, la manœuvre de va-et-vient du châssis peut être exécutée avec une sûreté et une régularité parfaites, malgré l'obscurité; un métronome sert à en régler le rythme.

Fig. 2.



» L'étincelle a été produite par une petite bobine d'induction, dite appareil à chariot de du Bois-Reymond; elle éclate entre deux pointes mousses de platine iridié, soigneusement travaillées et polies; ces pointes sont fixées aux deux branches d'une pince en bois que l'élasticité tend à fermer et qu'une vis micrométrique permet d'écarter. A une distance d'environ 2^{cm} de l'étincelle, et faisant face à la plaque, est fixée une lame de verre dépoli : comme je l'ai indiqué précédemment, la lumière de l'étincelle produit sur ce verre dépoli une tache éclairée étendue, beaucoup plus facile à observer que l'étincelle nue, et donnant sur la plaque photographique des impressions d'une forme plus régulière. Le réglage de l'étincelle est la partie délicate de l'expérience. Il faut d'abord régler le courant induit, en modifiant, d'une part le courant inducteur, et d'autre part la position de la bobine induite, jusqu'à ce que l'étincelle soit très faible; on lave les pointes à l'alcool, puis on fait passer entre elles une feuille de papier sec, pour les essuyer et repolir leur surface; on agit ensuite sur la vis de la pince de manière à rendre l'étincelle aussi courte que possible, sans que toutefois les pointes risquent de se toucher au

moindre ébranlement fortuit, ce qui la fait disparaître par intermittence.

» Par des tâtonnements méthodiques, qui demandent parfois beaucoup de temps et de patience, on parvient à obtenir une étincelle à la fois régulière et extrêmement faible; elle est alors sensible à l'action des rayons N : si l'on dirige sur elle un faisceau de ces radiations, provenant d'une source quelconque, on voit la tache du verre dépoli augmenter d'éclat et d'étendue; en même temps que sa partie centrale devient plus lumineuse, elle s'entoure d'une sorte d'auréole. On peut alors procéder à l'expérience photographique. J'ai fait environ quarante de ces expériences, en employant tour à tour pour produire les rayons N une lampe Nernst, du bois comprimé, de l'acier trempé, des larmes bataviques, etc.; je les ai variées de différentes manières, par exemple, en changeant le côté CD, en prenant un écran de zinc transparent pour les rayons N, etc. Plusieurs physiciens éminents, qui ont bien voulu visiter mon laboratoire, en ont été témoins. Sur cette quarantaine d'expériences, il y a eu un insuccès : les rayons N étaient produits par une lampe Nernst, et, au lieu des impressions inégales attendues, on obtint deux images sensiblement égales; je crois que cet insuccès, unique du reste, doit être attribué à un réglage insuffisant de l'étincelle, laquelle, sans doute, n'était pas sensible. La figure 3 donne une reproduction, par la photogravure, des épreuves obtenues avec des rayons N produits par une lampe Nernst.

» La figure 4 donne de même le résultat d'une expérience avec des rayons N produits par deux grosses limes.

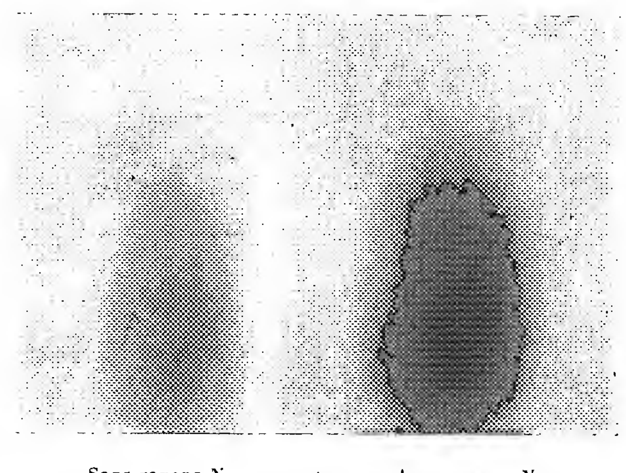
» Bien que les photogravures soient loin de rendre d'une façon satisfaisante l'aspect des clichés originaux, elles montrent néanmoins l'influence des rayons N sur l'impression photographique.

» Je donne encore (*fig.* 5) la reproduction de photographies montrant que les rayons N issus d'un tube de Crookes sont polarisés.

» Ces photographies datent du mois d'avril 1903; on n'a pas employé pour les exécuter la méthode du croisement réitéré des poses, laquelle s'appliquerait difficilement à ce cas, mais les expériences ont été répétées un très grand nombre de fois avec les précautions les plus minutieuses, et la constance des résultats en garantit absolument la valeur.

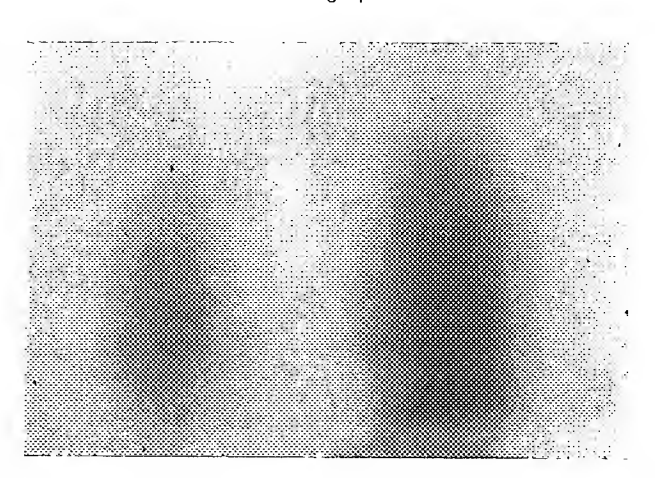
» D'après ma communication du 11 mai 1903, et d'après ce qui précède, on voit que, dès le début de mes recherches sur les rayons N, j'étais parvenu à enregistrer leur action sur l'étincelle par une méthode objective. »

Fig. 3.



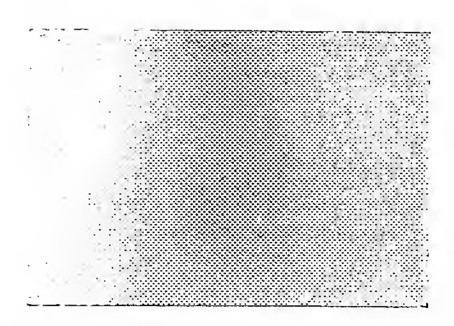
Sans rayons N. | Avec rayons N, produits par deux grosses limes.

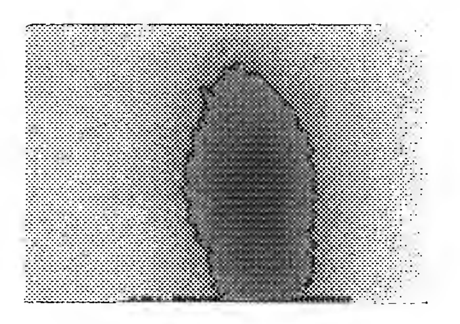
Fig. 4.



Sans rayons N. | Avec rayons N, provenant d'une lampe Nernst.

Fig. 5.





La longueur de l'étincelle étant perpendiculaire à l'axe du tube. | L'étincelle étant parallèle au tube.

N. B. — Les stries et la plupart des taches des figures n'existent pas sur les photographies originales; elles proviennent de l'insuffisance de la photogravure pour rendre les images de cette nature.

CHIMIE ORGANIQUE. — *Hydrogénation directe de l'aniline; synthèse de la cyclohexylamine et de deux autres amines nouvelles.* Note de MM. **Paul Sabatier** et **J.-B. Senderens.**

« Notre méthode générale d'hydrogénation directe par le nickel réduit, qui permet si facilement de fixer 6^{at} d'hydrogène sur le benzène ou sur le phénol, peut également réaliser sur l'aniline une semblable fixation. Si l'on entraîne les vapeurs d'aniline par un excès d'hydrogène sur le nickel maintenu vers 190°, on constate une absorption intense du gaz, ainsi qu'un dégagement important d'ammoniaque, et l'on condense un liquide à peu près incolore, d'odeur ammoniacale assez prononcée. Ce liquide contient, à côté d'une petite quantité d'aniline non transformée (qui bout à 184°), trois amines qui s'y trouvent en proportions à peu près égales. Ce sont :

» La cyclohexylamine $C^6H^{11}NH^2$, qui bout à 134°;

» La dicyclohexylamine $(C^6H^{11})^2NH$, qui bout à 250°;

» La cyclohexylaniline $C^6H^5NHC^6H^{11}$, qui bout à 275°.

» Ces deux dernières amines n'avaient jamais été obtenues jusqu'à présent. La distillation sous la pression normale les décomposant assez fortement, il convient d'effectuer, sous pression réduite (à 30^{mm}), le fractionnement du mélange. La cyclohexylamine et l'aniline sont séparées sans difficultés : la séparation des deux dernières amines est plus délicate et réclame de très nombreuses distillations fractionnées sous 30^{mm}.

» 1° La *cyclohexylamine* ou aminocyclohexane $C^6H^{11}NH^2$ résulte de la fixation normale de 6 atomes d'hydrogène sur le noyau aromatique de l'aniline

$$C^6H^5NH^2 + 6H = C^6H^{11}NH^2.$$

» Elle est identique à celle qui a été découverte par Baeyer en réduisant la cyclohexanoxime, et retrouvée par Markownikoff en réduisant le nitrocyclohexane. C'est un liquide incolore, d'odeur ammoniacale et vireuse, qui rappelle celle de la conicine. Elle bout sans décomposition à 134° (corr.) sous la pression normale. Sa densité est $d_0^0 = 0,87$. Elle absorbe énergiquement l'acide carbonique de l'air humide pour donner un carbonate bien cristallisé très soluble, dont les cristaux brillants, caractéristiques, tapissent le bord de tous les vases où l'on place cette amine ; c'est à cette formation que sont dues les fumées légères qu'elle dégage au contact de l'air humide.

» La cyclohexylamine est un alcali énergique dont la solution aqueuse bleuit le tournesol : elle attaque fortement la peau et le liège. Son chlorhydrate cristallise en aiguilles fines, très solubles dans l'eau ou l'alcool, très peu solubles dans l'éther, qui fondent à 206°.

Chlore pour 100......	Trouvé............	26,2
	Calculé............	26,1

» 2° La *dicyclohexylamine* $(C^6H^{11})^2NH$ n'avait pas été obtenue jusqu'à présent. Sa formation résulte d'un dédoublement de la cyclohexylamine avec mise en liberté d'ammoniaque libre, selon la réaction :

$$2(C^6H^{11}NH^2) = NH^3 + (C^6H^{11})^2NH.$$

» Cette amine est préparée sous forme d'un liquide incolore d'odeur un peu vireuse, qui bout à 145° (corr.) sous 30^{mm}. Sous la pression normale, elle bout à 250°, en se décomposant un peu et donnant, avec perte d'hydrogène, de la cyclohexylaniline :

$$(C^6H^{11})^2NH = H^6 + C^6H^5NH\,C^6H^{11}.$$

» Sa densité est $d_0^0 = 0,936$. Par refroidissement, le liquide se prend en cristaux prismatiques, qui bien essorés ne fondent plus qu'au voisinage de 20°. La dicyclohexylamine est peu soluble dans l'eau, très soluble dans l'alcool, l'éther, le benzène. Elle bleuit le tournesol et colore en rose la phtaléine du phénol; elle précipite l'oxyde d'argent et l'hydrate cuivrique de leurs sels. Elle donne avec l'anhydride carbonique humide un carbonate cristallisé, qui se dissocie complètement quand on le dessèche à l'air.

» Le poids moléculaire de la dicyclohexylamine, déterminé par la cryoscopie de sa dissolution dans le benzène, a été trouvé égal à 178; la valeur calculée pour $C^{12}H^{23}N$ est 181.

» Le chlorhydrate se présente en belles aiguilles blanches, très solubles dans l'eau et l'alcool, fort peu solubles dans l'éther. L'analyse a fourni :

Chlore pour 100.	Trouvé................	16,4
	Calculé	16,3

» La dicyclohexylamine est une amine secondaire; chauffée avec de la potasse alcoolique et du chloroforme, elle ne fournit pas de carbylamine. Ne renfermant que deux cycles saturés, elle possède des caractères

analogues aux amines de la série grasse, et ne donne aucune réaction colorée aromatique avec les agents d'oxydation.

» 3° La *cyclohexylaniline* $C^6H^5NHC^6H^{11}$ résulte de la destruction partielle de la dicyclohexylamine, effectuée dans le tube à nickel, sous l'influence du métal. Elle est obtenue sous forme d'un liquide un peu jaunâtre, d'odeur faible, qui bout à 171° sous 30mm. Sous la pression normale, elle bout à 275° en se décomposant assez fortement; il y a perte d'hydrogène et production de diphénylamine $(C^6H^5)^2NH$. Sa densité est $d_0^0 = 1,016$: à la température ordinaire elle diffère peu de celle de l'eau, dans laquelle l'amine est très peu soluble.

» Par refroidissement, elle se solidifie en prismes ou lames rhombiques brillantes, qui ne fondent pas encore à 10°; mais le point de fusion sera beaucoup plus élevé par une purification plus complète du produit.

» Le chlorhydrate, très soluble dans l'eau et l'alcool, se présente en touffes de fines aiguilles qui, exposées à l'air, se colorent en gris, puis en vert. L'analyse a fourni :

Chlore pour 100.	Trouvé................	17,0
	Calculé................	16,8

» La cyclohexylaniline possède une constitution intermédiaire entre la dicyclohexylamine et la diphénylamine: aussi sa densité, son point d'ébullition sont-ils à peu près exactement la moyenne entre ceux de ces deux alcalis. Ses propriétés chimiques doivent dériver à la fois des amines grasses et des amines aromatiques. La présence d'un noyau saturé augmente la puissance de la fonction : la cyclohexylaniline bleuit le tournesol rouge, mais ne fournit pas de carbonate solide.

» La présence d'un noyau aromatique non saturé a pour conséquence la production de réactions colorées caractéristiques, analogues à celle que fournit la diphénylamine. Dissoute dans l'acide chlorhydrique concentré, la cyclohexylaniline donne par addition d'une goutte d'acide nitrique une coloration immédiate bleue intense, qui passe au violet, puis au verdâtre (la diphénylamine donne une couleur bleue). Dissoute dans l'acide sulfurique dilué de son volume d'eau, elle fournit par une goutte d'acide chromique une coloration pourpre qui passe au brun marron (la diphénylamine donne une teinte bleu violacé). La même dissolution, dans l'acide sulfurique aqueux, développe par une goutte d'acide nitrique concentré une teinte rouge brun (la diphénylamine donne une forte coloration bleue). Une solution concentrée d'acide iodique (qui colore la diphénylamine en

vert foncé) fournit avec la cyclohexylaniline une magnifique teinte pourpre assez persistante, qui passe au violet foncé, et qui est tout à fait caractéristique de la nouvelle amine.

» D'après leurs relations de composition, la *diphénylamine* doit pouvoir par hydrogénation régulière engendrer successivement la cyclohexylaniline et la dicyclohexylamine. C'est ce que nous avons essayé de réaliser. Pratiquée par le nickel à 250°, l'hydrogénation dépasse le but et conduit à une formation exclusive d'ammoniaque et de cyclohexane. Mais en opérant entre 190° et 210°, grâce à la légère volatilité de la diphénylamine à cette température, nous sommes parvenus, dans une expérience qui a dû être prolongée pendant plusieurs jours, à obtenir une fixation régulière d'hydrogène. Le liquide condensé à la sortie du tube à nickel renferme une proportion importante de cyclohexylaniline et de dicyclohexylamine, ainsi qu'une certaine dose de benzène, d'aniline, et de cyclohexylamine, résultant de la scission de la molécule de diphénylamine.

» Nous poursuivons l'étude de ces amines, ainsi que l'hydrogénation dans des conditions similaires des amines homologues de l'aniline. »

PALÉONTOLOGIE VÉGÉTALE. — *Sur les sols de végétation fossiles des Sigillaires et des Lépidodendrons.* Note de M. **Grand'Eury**.

« Les argiles schisteuses du mur et des entre-deux des couches de houille, lorsqu'elles sont occupées par les *Stigmaria,* représentent d'anciens sols de végétation d'autant plus intéressants qu'ils sont souvent recouverts de Sigillaires ou de Lépidodendrons, couchés, m'ayant paru renversés presque sur place à Communay (Isère), Hattingen (Westphalie); entre ces tiges, d'ailleurs, courent, interstratifiés, des *Stigmaria,* si bien qu'il est difficile de douter de leur mutuelle dépendance.

» Associés ainsi doublement aux couches de charbon, les *Stigmaria* constituent des éléments en faveur d'une formation autochtone; sur ce point je suis naturellement d'accord avec M. Potonié; je pense seulement que la formation s'est effectuée sous l'eau, les *Stigmaria* étant des plantes aquatiques.

» Traçant la plupart des bancs isolés d'argile schisteuse dépourvus d'autres racines, les *Stigmaria,* sans tiges, ont bien évidemment joui du privilège de s'étendre indéfiniment en rampant sur un fond submergé où ne pouvait prendre pied aucune autre plante. Au milieu de ces circon-

stances, on peut voir à Matallana (province de Léon), sur une couche de schiste à ciel ouvert, des *Stig. minor* Gei. rayonnant au nombre d'au moins quatre, de plusieurs nœuds de rhizomes renflés, desquels sans doute se seraient élevées des tiges, si une trop grande hauteur d'eau n'y avait fait obstacle. Si le fait était général, on comprendrait que, par cet appareil de végétation, les *Stigmaria* aient pu se répandre de plus en plus loin sans perdre de leur grosseur.

» Il est probable que les *Stigmaria* s'accommodaient mal des eaux profondes, car à Rive-de-Gier (Loire), ils disparaissent, après les autres racines en place, du côté de l'ouest où l'on a tout lieu de croire que le bassin de dépôt s'enfonçait; ils fréquentaient plutôt, au nord de ce bassin, des eaux peu profondes où ils vivaient en famille avec des Calamariées; là, perdant leur indépendance relative, ils ébauchaient des souches et émettaient des tiges.

» Dans les cas favorables à la conservation de celles-ci, dans les forêts fossiles de Saint-Étienne, d'Alais, se dressent des Syringodendrons, auxquels font suite, en haut, des Sigillaires. En bas, ces bases de tiges surmontent des Stigmariopsis et, bien que l'on n'aperçoive pas souvent au-dessous et dans le voisinage immédiat de ces souches, des Stigmaria, je ne doute pas qu'une bonne partie de ces rhizomes n'aient contribué à propager les Sigillaires dans les marais houillers.

» Sachant que, par la structure des tiges et surtout par les semences, les Lépidodendrons appartiennent à la même famille naturelle que les Sigillaires, il est à prévoir qu'ils ont des souches et rhizomes analogues susceptibles d'emprunter les traits distinctifs des tiges; c'est ce que je crois avoir vérifié, notamment à Rive-de-Gier et dans le bassin de la Ruhr, par des observations concordantes laissant en tout cas loin derrière elles les quelques faits isolés qui m'avaient fait penser autrement ([1]).

» J'ai en effet découvert : 1° à Petite-Rosselle (bassin de Sarrebruck), un petit Lépidodendron debout à base étalée comme dans les Sigillaires; 2° à Rive-de-Gier, des *Lep. rimosum* St. passant peu à peu à leur base élargie à une sorte de Syringodendron à glandes isolées au milieu de losanges allongés, dessinés par les bandes subéreuses de l'écorce; 3° à Rive-de-Gier, des *Stigmaria* rampants que la texture superficielle relie à ce Syringodendron, *Stigmaria* à écorce épaisse, à cicatrices irrégulièrement espacées et à racines renforcées à l'attache; 4° à Hattingen, où prédominent

---

([1]) *Comptes rendus*, 1900, 23 avril.

les Lépidodendrons, des souches étalées passablement charbonneuses sur lesquelles des groupes de cicatrices de *Stigmaria* sont séparés par de larges zones d'accroissement; ces souches, assez bien figurées sur la planche IV de la Flore fossile du terrain de transition des Vosges, possèdent du reste la texture subéreuse des Lépidodendrons gisant à côté, et si l'on ne trouve plus ceux-ci attachés auxdites souches, c'est, je présume, parce qu'ils ne poussaient pas, comme les Sigillaires, le pied et la base enfoncés dans le sol de végétation. J'ajouterai que, dans le Culm du Roannais, se reconnaissent, quoique fort altérées, des souches semblables au milieu des Lépidodendrons sans Sigillaires.

» De plus, à Hattingen, se trouvent avec ces souches, et courant tout autour, de faibles rhizomes de *Stigmaria* fréquemment bifurqués, à cicatrices moyennes rapprochées; et, aux mêmes endroits, des *Stigmaria* de même sorte, mieux conservés, dont les cicatrices sont enveloppées d'un réseau délié qui les ferait ressembler au *Lep. cyclostigma* Lesq. de Pennsylvanie, si les cicatrices de celui-ci étaient plus conformes à celles des *Stigmaria* et si des racines en partaient. Le même *Stig. Lepidodendroides* existe à Ibbenbüren. Divers *Stigmaria* de Rive-de-Gier sont encore plus analogues aux Lépidodendrons. Dans tous, les traits qui les distinguent des *Stigmaria* ordinaires paraissent avoir été ajoutés à ces derniers par l'adjonction de bandes subéreuses.

» Néanmoins, si les Stigmariées se partagent entre les Sigillaires et les Lépidodendrons, il semble que, comme preuve, ils doivent offrir des nuances nombreuses et comporter des groupements en rapport avec les types et les genres de Lépidophytes.

» Il n'en est rien : les *Stigmaria* se confondent aisément sous le nom de *Stig. ficoïdes* Br.; et, dans l'état ordinaire de conservation, aucun signe certain ne permet même de séparer ceux des Lépidodendrons de ceux des Sigillaires.

» Cependant Göppert a depuis longtemps reconnu un certain nombre de variétés, que je pourrais aisément augmenter de plusieurs unités. Au point de vue phylogénique, il ne serait pas difficile de démontrer que le *Stig. ficoides* westphalien diffère, tout au moins par le mode de développement, de celui des couches supérieures de Saint-Étienne. Mais, à part quelques exceptions, les *Stigmaria* sont partout les mêmes.

» Tout au contraire, les souches sont très variées et ont beaucoup changé avec le temps. Celles des Sigillaires à mince écorce peu agrandie se distinguent assez bien de celles rapportées plus haut aux Lépidoden-

drons. Dans la Ruhr, les souches de Sigillaires m'ont bien paru émettre latéralement des branches de *Stigmaria*, tandis que, dans le Stéphanien, elles se rangent toutes dans le genre *Stigmariopsis;* la dernière espèce découverte s'éloigne totalement des *Stigmaria* par des extrémités aiguës et de fines et courtes racines très obliques qui, de loin, leur donnent l'apparence de branches et rameaux d'Aciculariées.

» D'après cela, les souches de Lépidophytes se seraient diversifiées pour s'adapter aux genres de tiges, tandis que leurs rhizomes auraient gardé une fixité incompréhensible si elle n'est la marque d'une commune origine de ces végétaux. »

M. **Henri Moissan** présente à l'Académie les premiers fascicules des Tomes I et III du *Traité de Chimie minérale* qu'il publie chez MM. Masson et Cie. Il accompagne ce dépôt des paroles suivantes :

« Lorsque nous avons commencé l'étude de la Chimie minérale, il y a une trentaine d'années environ, nous entendions répéter de tous côtés que cette partie de la Science était épuisée, et que, après Humphry Davy, Gay-Lussac, Berzélius, Dumas, Mitcherlich, Bunsen, Marignac, Stas, Deville et bien d'autres, il ne restait rien à trouver. Il semblait que, après de tels maîtres, il n'y eût plus qu'à glaner. Nous avons toujours pensé qu'il était dangereux d'être prophète sur ce sujet, et que la Chimie minérale, par le grand nombre des éléments qu'elle embrasse, comporte sans cesse de nouvelles comparaisons qui conduisent à de nouvelles recherches.

» Grâce à son ampleur, cette Chimie minérale touche aux plus importantes questions philosophiques. Le magnifique essor de la Chimie organique a pu la faire délaisser, mais le repos même qu'elle a éprouvé ne peut, aujourd'hui, que lui être fécond : les méthodes s'étendent, se complètent sans cesse, et maintenant de grandes découvertes peuvent solliciter l'attention des chercheurs.

» Du reste, la Chimie minérale est en voie de transformation. Ses théories s'enrichissent et se généralisent, sa technique expérimentale devient plus fine, ses méthodes analytiques se perfectionnent, elle tend vers une exactitude plus grande. Elle se rapproche, en ce sens, de la Physique, en bénéficiant des progrès continus de cette science, et, par là, elle satisfait davantage l'esprit.

» Aussi, nous avons pensé qu'il pouvait être utile de fixer l'état actuel

de la Chimie minérale et de réunir, dans un Traité, les résultats de ses découvertes anciennes et récentes.

» Éviter, tout à la fois, la sécheresse d'une longue compilation et les descriptions inutiles, rendre notre exposé compréhensible à tous, donner en même temps une bibliographie très soignée, enfin faire sentir à chaque pas que la Chimie est, avant tout, une science expérimentale, telle est notre méthode dans la rédaction de ce Traité.

» Nous appelons encore l'attention sur un autre point. Notre science est loin d'être achevée. Presque partout, il reste des lacunes à combler; nous les avons indiquées. Cet ouvrage est fait pour l'enseignement supérieur et pour la recherche de laboratoire. Il doit, par conséquent, présenter l'état réel de la Science au milieu de ses multiples transformations.

» Nous avons adopté la théorie atomique comme répondant le mieux aujourd'hui à la classification des phénomènes innombrables de la Chimie. Mais nous apportons, sur ce sujet, des idées éclectiques et la raison guidée par l'expérience sera toujours notre seul guide.

» A chaque instant, nous ramenons le chercheur vers les considérations géologiques et minéralogiques dont nous ne pouvons oublier l'importance. La nature doit être le point de départ de toutes nos études.

» Tout ce qui touche la Chimie générale, la Mécanique chimique et l'Analyse en tant que corps de doctrine a dû être laissé dans l'ombre. Ces grandes questions font aujourd'hui le sujet de Traités spéciaux que nous ne voulions pas imiter; lorsque l'on cherche à les résumer, elles s'amoindrissent.

» Nous avons abordé quelques questions industrielles par leurs généralités et par le rôle que peuvent y jouer les réactions chimiques sans empiéter sur le terrain de la Technologie. Quelques données économiques, des prix de vente et de revient, des Tableaux de production pour les différents pays complètent ces exposés. Mais, avant tout, nous avons cherché à rendre ce Traité aussi clair que possible et à le publier dans un temps très court.

» Cet Ouvrage, tel qu'il est, pourra rendre, nous l'espérons, des services aux savants, aux industriels et aux professeurs. C'est pour eux qu'il a été écrit.

» Nous n'avons rencontré aucune difficulté à grouper des collaborateurs qui tous ont apporté déjà leur tribut à la science et dont certains même sont des Maîtres; c'est grâce à leur bienveillant concours que cet Ouvrage a pris quelque valeur.

» Nous tenons, en terminant cette courte préface, à remercier nos

éditeurs, qui ont joint leurs efforts aux nôtres, qui nous aident de leurs conseils et qui ont voulu donner à notre œuvre une forme tout à la fois pratique et élégante. »

M. Edmond Perrier, en présentant à l'Académie un crâne d'Okapi, s'exprime ainsi :

« Notre illustre confrère M. Albert Gaudry a rendu célèbre la localité de Pikermi, voisine d'Athènes, par la description qu'il a donnée des animaux fossiles contenus dans ses couches miocènes. Parmi les ossements recueillis se trouvaient ceux d'un ruminant intermédiaire à bien des égards entre les girafes et les antilopes; M. Albert Gaudry dédia cet animal à la Grèce elle-même et lui donna le nom d'*Helladotherium*. A la grande surprise des zoologistes, l'*Helladotherium* a été retrouvé vivant au Congo belge; il est connu dans ces régions sous le nom d'*Okapi* et jusqu'ici un très petit nombre d'exemplaires seulement sont parvenus en Europe.

» M. le Ministre de l'Instruction publique a bien voulu faire demander, par voie diplomatique, à l'administration du Musée de l'Etat indépendant du Congo, si elle ne consentirait à se dessaisir d'un des exemplaires qu'elle possède en faveur de l'établissement où a si longtemps professé le savant qui avait le premier décrit le singulier animal considéré encore il y a quelques années comme disparu. Les négociations engagées par notre Ministre à Bruxelles, M. Gérard, ont reçu un accueil empressé, et l'administration du Musée de l'État indépendant vient de faire parvenir au Muséum un magnifique squelette et une peau de l'Okapi. C'est un superbe et pieux hommage rendu à la science du doyen des paléontologistes français.

» Par une coïncidence heureuse, demain arrive à Paris la mission si brillamment conduite dans les régions du Chari et du lac Tchad par M. Chevallier, attaché au laboratoire colonial du Muséum; je viens d'être informé que M. Chevallier rapporte pour le Muséum une seconde peau d'Okapi, précieuse en raison des variations assez étendues que semble présenter ce ruminant, qui est de la taille d'un zèbre. »

MÉMOIRES PRÉSENTÉS.

M. Doyen donne lecture d'un Mémoire ayant pour titre : « Le cancer, étiologie, traitement ».

M. **Doyen** prie l'Académie de prendre connaissance d'un pli cacheté qu'il a déposé le 16 août 1886 et dont le dépôt a été accepté.

Ce pli, inscrit sous le n° 4081, est ouvert en séance par M. le Président; il renferme une Note intitulée : « Quelques points nouveaux de l'Anatomie pathologique des tumeurs ».

Le Mémoire et le pli cacheté de M. Doyen sont renvoyés à l'examen de la Section de Médecine et de Chirurgie.

M. **Jules Gellit** soumet au jugement de l'Académie un Mémoire ayant pour titre : « Invention nouvelle; le point d'arrêt dans l'air ».

(Renvoi à la Commission d'Aéronautique.)

M. **D. Tommasi** adresse, à propos des rayons X, une réclamation de priorité fondée sur une Note qu'il a présentée à l'Académie le 22 mars 1886, et publiée sous le titre : « De l'effluviographie ou l'obtention de l'image par les effluves ».

(Renvoi à la Section de Physique.)

CORRESPONDANCE.

M. le **Secrétaire perpétuel** signale, parmi les pièces imprimées de la Correspondance :

1° Le Tome II de la quatrième édition du « Traité théorique et pratique des moteurs à gaz et à pétrole, par M. *Aimé Witz* ». (Présenté par M. Haton de la Goupillière.)

2° Un Ouvrage de M. *Hermann Moedebeck*, intitulé : « Taschenbuch zum praktischen Gebrauch für Flugtechniker und Luftschiffer ». (Présenté par M. Maurice Levy.)

GÉOMÉTRIE. — *Sur un groupe de problèmes de Géométrie.* Note de M. C. **Guichard**.

« Prenons, comme point de départ, dans un espace d'ordre quelconque, un élément géométrique (réseau ou congruence). Nous pourrons en

déduire un autre élément en effectuant l'une des trois opérations suivantes : 1° prendre un élément focal; 2° prendre un élément conjugué; 3° prendre un élément harmonique.

» En répétant ces opérations, dans un ordre quelconque, on en déduira une suite illimitée d'éléments; cet ensemble forme ce que j'appelle *un groupe de réseaux et de congruences*. Il est clair qu'un tel groupe est défini par un seul de ses éléments.

» Donnons à un réseau particulier du groupe deux indices caractéristiques quelconques p et q (p et q sont des nombres entiers positifs, négatifs ou nuls), et appliquons la règle suivante :

» 1° *La première congruence focale d'un réseau* (p, q) *est* $(p, q+1)$; *la deuxième congruence focale de ce réseau est* $(p+1, q)$.

» Inversement : *Le premier réseau focal d'une congruence* (p, q) *est* $(p, q-1)$; *le deuxième réseau focal est* $(p-1, q)$.

» 2° *Une congruence conjuguée à un réseau* (p, q) *est* $(p+1, q+1)$.

» Inversement : *Un réseau conjugué à une congruence* (p, q) *est* $(p-1, q-1)$.

» 3° *Une congruence harmonique à un réseau* (p, q) *est* (p, q).

» Inversement : *Un réseau harmonique à une congruence* (p, q) *est* (p, q).

» On pourra alors faire correspondre à chaque élément du groupe deux nombres qui sont *les nombres caractéristiques* de cet élément.

» Remarque. — On peut toujours passer de l'élément initial du groupe à un autre d'une infinité de manières; il y a lieu de se demander si le chemin suivi ne change pas les nombres caractéristiques. Ces nombres ne peuvent varier que si le groupe considéré est un *groupe particulier;* c'est ce qui résulte d'ailleurs des propriétés qui vont suivre.

» Désormais, je prendrai comme point de départ un réseau O auquel je donne des indices nuls; le groupe d'éléments obtenus sera dit *un groupe* O. Pour ne pas trop étendre cette Note, je me borne ici à caractériser les éléments dont les nombres caractéristiques p et q sont positifs.

» Un réseau $M(x_1, x_2, \ldots, x_n)$, ayant les nombres caractéristiques (p, q), est tel que l'équation du réseau admette m solutions $(y_1, y_2, \ldots, y_m)$ de telle sorte que

$$\sum\left(\frac{\partial^\alpha x}{\partial u^\alpha}\right)^2+\sum\left(\frac{\partial^\alpha y}{\partial u^\alpha}\right)^2=0 \qquad \alpha=(1, 2, \ldots, p),$$

$$\sum\left(\frac{\partial^\beta x}{\partial v^\beta}\right)^2+\sum\left(\frac{\partial^\beta y}{\partial v^\beta}\right)^2=0 \qquad \beta=(1, 2, \ldots, q).$$

Le nombre $n+m$ est le *rang* du réseau M.

» Une congruence G ayant pour paramètres directeurs $(X_1, \ldots, X_n)$ a pour nombres caractéristiques p, q, si l'équation de Laplace à laquelle satisfont les fonctions X admet m solutions $(Y_1, \ldots, Y_m)$ telles que

$$\sum\left(\frac{\partial^\alpha X}{\partial u^\alpha}\right)^2+\sum\left(\frac{\partial^\alpha Y}{\partial u^\alpha}\right)^2=0 \qquad \alpha=(1, 2, \ldots, p-1),$$
$$\sum\left(\frac{\partial^\beta X}{\partial v^\beta}\right)^2+\sum\left(\frac{\partial^\beta Y}{\partial v^\beta}\right)^2=0 \qquad \beta=(1, 2, \ldots, q-1).$$

Le nombre $n+m$ est le *rang* de la congruence G.

» Cela posé, la plupart des problèmes de la géométrie à deux indéterminées rentrent dans le type suivant :

» *Déterminer un élément qui appartient de deux façons différentes à un groupe* O.

» Je suppose que dans la première manière les nombres caractéristiques d'un élément soient p et q; que dans la seconde ceux du même élément soient p' et q'. Les nombres $\alpha=p'-p$ et $\beta=q'-q$ sont les mêmes pour tous les éléments du groupe; ces nombres α et β sont les *indices caractéristiques* du groupe. On peut évidemment changer les signes des deux indices, et par conséquent les supposer positifs, s'ils sont de même signe; c'est ce que je ferai désormais.

» Cela posé, on peut énoncer le résultat suivant :

» *Tous ces problèmes se ramènent à la recherche d'une équation* E_r (ou à une forme particulière de ces équations), *c'est-à-dire, d'une équation de M. Moutard* :

$$\frac{\partial^2\theta}{\partial u\,\partial v}=M\theta,$$

admettant r solutions $\theta_1, \theta_2, \ldots, \theta_r$ *dont la somme des carrés est égale à* $U+V$.

» Il y a lieu de distinguer plusieurs types parmi ces équations.

» Tout d'abord, si aucune des fonctions U et V ne se réduit à une constante, l'équation est du type (0, 0).

» Si V est constant, et si de plus

$$\sum\left(\frac{\partial^p\theta}{\partial v^p}\right)^2=0 \qquad p=(1, 2, \ldots, \alpha-1),$$

l'équation est du type $(0, \alpha)$.

» Si U et V se réduisent à des constantes distinctes, et si l'on a

$$\sum \theta^2 = 1, \quad \sum \left(\frac{\partial^p \theta}{\partial u^p}\right)^2 = 0, \quad \sum \left(\frac{\partial^q \theta}{\partial v^q}\right)^2 = 0$$
$$p = (1, 2, \ldots, \beta - 1), \qquad q = (1, 2, \ldots, \alpha - 1),$$

l'équation est du type $(\alpha, -\beta)$.

» Si U et V se réduisent à des constantes égales et de signes contraires, et si l'on a

$$\sum \theta^2 = 0, \quad \sum \left(\frac{\partial^p \theta}{\partial u^p}\right)^2 = 0, \quad \sum \left(\frac{\partial^q \theta}{\partial v^q}\right)^2 = 0$$
$$p = (1, 2, \ldots, \alpha - 1), \qquad q = (1, 2, \ldots, \beta - 1),$$

l'équation est du type (α, β).

» Les indices du groupe sont les mêmes que ceux de l'équation de M. Moutard à laquelle se ramène le problème.

» Il resterait à indiquer l'ordre r de l'équation E_r à laquelle se ramène chaque problème. Pour le faire d'une façon précise il faut indiquer quelques propriétés de ces équations sur lesquelles je reviendrai. »

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur les suites de fonctions analytiques.* Note de M. P. **Montel**, présentée par M. Painlevé.

« Lorsqu'une suite infinie de fonctions analytiques de z, régulières dans un domaine connexe D, converge uniformément sur la courbe C qui limite ce domaine, elle converge uniformément à l'intérieur de D et la fonction limite est analytique. On peut se proposer de chercher d'autres caractères permettant de conclure à la convergence uniforme à l'interieur de D ou d'étudier les propriétés de la fonction limite quand la suite, supposée convergente dans D, ne converge pas uniformément.

» I. Soit $f_1, f_2, \ldots, f_n, \ldots$ une suite infinie de fonctions de z régulières dans D et continues sur C : supposons qu'il existe un nombre a tel que le module de $f_n - a$ reste supérieur à un nombre fixe; en outre, au moins en un point de D, la suite des nombres f_n est bornée. Dans ces conditions : *si la suite converge sur* C, *elle converge uniformément à l'intérieur de* D, sa limite f est donc analytique. On peut supposer a infini en remplaçant $f_n - a$ par $\frac{1}{f_n}$; donc, si une suite de fonctions bornées sur C est convergente pour tous les points de cette courbe, elle converge uniformément dans D.

Ce dernier théorème est applicable à une suite de fonctions harmoniques, continues dans D et sur C, lorsque le domaine admet la représentation conforme sur un cercle; le théorème général s'applique dans tous les cas à une suite de fonctions harmoniques et continues dans D et sur C.

» Si la suite f_n remplissant les conditions énoncées ne converge plus sur C, on peut en extraire une nouvelle suite convergeant uniformément dans D. On a un théorème analogue pour les fonctions harmoniques; en particulier, quand ces fonctions croissent avec n, l'énoncé peut prendre la forme suivante : si une série de fonctions harmoniques, positives et continues dans D, converge en un point de ce domaine, elle converge uniformément dans tout le domaine; c'est le théorème de Harnack.

» Supposons maintenant que les valeurs de $f_n - a$ dont le module ne reste pas supérieur à un nombre fixe n'aient jamais un argument compris entre ω et $\omega + h$ (h est un nombre arbitrairement petit, mais fixe). Le théorème est encore vrai. En particulier, si f_n ne prend jamais de valeur dont l'argument est compris entre ω et $\omega + h$ ou si, pour de telles valeurs, f_n est borné, la convergence sur C suffit à assurer la convergence uniforme dans D.

» II. Prenons une suite f_n convergente dans le domaine simplement connexe D. Si l'on peut extraire de cette suite une nouvelle suite satisfaisant aux conditions qui précèdent, la limite est une fonction analytique. Supposons qu'il n'en soit pas ainsi. Je dirai qu'un point de D est un point de convergence uniforme si, dans un cercle décrit de ce point comme centre, la suite converge uniformément; s'il n'existe pas un tel cercle, le point sera appelé exceptionnel : *l'ensemble des points exceptionnels d'une série convergente de fonctions analytiques, régulières dans* D, *est parfait, non dense et d'un seul tenant avec la frontière* C. On voit qu'une série convergente de fonctions analytiques possède à l'intérieur de tout domaine un nouveau domaine où elle converge uniformément : sous cette forme la proposition a été aussi démontrée par M. Lebesgue. Les points exceptionnels peuvent former, par exemple, un ensemble dénombrable de lignes; dans ce cas, pour que la limite soit analytique, il faut et il suffit qu'elle soit continue.

» Soit E_a l'ensemble des points limites de toutes les racines des équations

$$f_n - a = 0,$$

un point de convergence uniforme appartient à un E_a et à un seul, en ce

point la limite f est égale à a. Dans le voisinage d'un point exceptionnel, f_n s'approche autant qu'on veut de tout nombre a fini ou infini, et l'argument de la différence $f_n - a$ s'approche autant qu'on veut de toute valeur. Voici une proposition réciproque du théorème qui précède : soit une fonction analytique uniforme dans un domaine D d'un seul tenant et supposons par exemple qu'elle possède des points singuliers et des lignes singulières en nombre fini : considérons ces points et ces lignes comme des coupures de D; nous pouvons rendre simplement connexe le domaine ainsi obtenu à l'aide de coupures supplémentaires : il existe une série de polynomes qui représente la fonction en dehors des éléments singuliers; la convergence de cette série est uniforme, sauf sur les coupures.

» Les propositions précédentes s'étendent au cas de plusieurs variables. »

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur la représentation des fonctions par des suites de fractions rationnelles.* Note de M. **R. de Montessus de Ballore**, présentée par M. Appell.

« Je considère une suite de fractions rationnelles

$$\frac{U_0}{V_0}, \quad \frac{U_1}{V_1}, \quad \dots, \quad \frac{U_n}{V_n}, \quad \dots,$$

où U_n, V_n sont des polynomes entiers de degré n relativement à la variable z.

» Ces polynomes sont supposés définis par une loi de récurrence

$$(1) \quad \left\{ \begin{array}{l} U_{n+1} + (Cn+D)(Pz+Q)U_n + (En+F)[A(n-1)+B]U_{n-1} = 0, \\ V_{n+1} + (Cn+D)(Pz+Q)V_n + (En+F)[A(n-1)+B]V_{n-1} = 0 \end{array} \right.$$

(A, B, C, D, E, F constantes quelconques), où U_1, V_1 sont arbitraires tandis que U_0, V_0 sont déterminés par cette condition que la différence $\frac{U_1}{V_1} - \frac{U_0}{V_0}$ soit de la forme $\left(\frac{1}{z}\right)$: ici et plus loin je représente par $\left(\frac{1}{z^p}\right)$ une série ordonnée suivant les puissances entières et décroissantes de z et dont le premier terme est de degré $-p$.

» THÉORÈME. — *La différence*

$$\frac{U_{n+1}}{V_{n+1}} - \frac{U_n}{V_n}$$

est de la forme $\left(\frac{1}{z^{2n+1}}\right)$.

» Nous supprimons la démonstration de ce théorème qui entraîne les conséquences suivantes :

» COROLLAIRE. — *A la suite*

$$\frac{U_0}{V_0}, \quad \frac{U_1}{V_1}, \quad \ldots, \quad \frac{U_n}{V_n}, \quad \ldots$$

correspond une fraction continue algébrique canonique dont les réduites sont

$$\frac{U_0}{V_0}, \quad \frac{U_1}{V_1}, \quad \ldots, \quad \frac{U_n}{V_n}, \quad \ldots.$$

» La fraction continue converge et diverge évidemment en même temps que la série

$$(\mathrm{S}) \qquad \frac{U_0}{V_0} + \left(\frac{U_1}{V_1} - \frac{U_0}{V_0}\right) + \ldots + \left(\frac{U_{n+1}}{V_{n+1}} - \frac{U_n}{V_n}\right) + \ldots.$$

Cela posé, je considère les polynomes j_n définis par la condition

$$\frac{j_n}{j_{n-1}} = \frac{V_n}{V_{n-1}} \times \frac{1}{A(n-1)+B} \qquad (j_0 \text{ arbitraire}).$$

» En vertu des relations (1), ces polynomes vérifient la relation de récurrence

$$(An+B)j_{n+1} + (Cn+D)(Pz+Q)j_n + (En+F)j_{n-1} = 0.$$

» Je considère aussi la fonction

$$(s) \qquad Y(z, \alpha) = j_0 + j_1\alpha + \varphi_2\alpha^2 + \varphi_3\alpha^3 + \ldots + \varphi_n\alpha^n + \ldots$$

vérifiant l'équation différentielle

$$\begin{aligned}[A\alpha + C(Pz+Q)\alpha^2 + E\alpha^3]\frac{\partial Y}{\partial \alpha} \\ + [(B-A) + D(Pz+Q)\alpha + (F+E)\alpha^2]Y \\ = (B-A)j_0 + [Bj_1 + D(Pz+Q)j_0]\alpha;\end{aligned}$$

un calcul facile montre que

$$j_n = \varphi_n;$$

or, si les modules des racines α_1, α_2 de l'équation

$$(2)\qquad A + C(Pz + Q)\alpha + E\alpha^2 = 0$$

ne sont pas identiques (soit $|\alpha_1| < |\alpha_2|$), le rayon de convergence de la série (s) a pour expression le module de la racine de moindre module de l'équation (2), en sorte que

$$\lim_{n=\infty}\left|\frac{\rho_{n-1}}{\rho_n}\right| = \lim_{n=\infty}\left|\frac{j_{n-1}}{j_n}\right| = |\alpha_1|.$$

Il s'ensuit que

$$\lim_{n=\infty}\frac{\left|\frac{U_n}{V_n}-\frac{U_{n-1}}{V_{n-1}}\right|}{\left|\frac{U_{n+1}}{V_{n+1}}-\frac{U_n}{V_n}\right|} = \frac{1}{|En+F|\times|(n-1)A+B|}\times\lim_{n=\infty}\left|\frac{V_{n+1}}{V_n}\right|\times\left|\frac{V_n}{V_{n-1}}\right|$$

$$= \frac{1}{|En+F||A(n-1)+B|}\times\lim_{n=\infty}\left|\frac{j_{n+1}}{j_n}\right||A(n-1)+B|$$

$$\times\lim_{n=\infty}\left|\frac{j_n}{j_{n-1}}\right||An+B|$$

$$= \left|\frac{A}{E}\right|\lim_{n=\infty}\left|\frac{j_{n+1}}{j_n}\right|^2 > \left|\frac{A}{E}\right|\frac{1}{|\alpha_1\alpha_2|} > 1,$$

ce qui prouve que la série (S) *converge : la suite des réduites* $\frac{U_0}{V_0}$, $\frac{U_1}{V_1}$, ..., $\frac{U_n}{V_n}$, ... *est donc elle-même convergente dans cette hypothèse.*

» On voit aussi aisément que *la série* (S) *diverge si les racines de l'équation* (2) *sont identiques.*

» COROLLAIRE. — Laguerre (*Œuvres, passim*) a montré *que les fonctions* Z(z) *vérifiant l'équation différentielle*

$$(az+b)(cz+d)\frac{dZ}{dz} = (pz+q)Z + \Pi(z),$$

où a, b, c, d, p, q *sont des constantes quelconques et* $\Pi(z)$ *un polynome quelconque en* z, *admettent des développements en fractions continues qui rentrent dans la forme que nous venons d'étudier.*

» On peut donc appliquer à ces développements les conclusions précédemment indiquées et un calcul facile montre alors que la condition de convergence se réduit à celle-ci : le point z doit être en dehors de la coupure rectiligne joignant les points d'affixes $-\frac{b}{a}$, $-\frac{d}{c}$. *Les développements*

de Laguerre représentent donc la fonction en tout point du plan de la variable z, sauf les points situés sur la coupure $-\frac{b}{a}$, $-\frac{d}{c}$.

» Les résultats que je viens d'énoncer quant aux suites $\frac{U_n}{V_n}$, où les polynomes U, V sont définis par les relations de récurrence (1), sont des cas particuliers d'une proposition portant sur des relations de récurrence beaucoup plus générales que celles-ci. Je ferai connaître prochainement cette proposition. »

MÉCANIQUE APPLIQUÉE. — *Sur la fragilité des métaux.* Note de MM. **A. Perot** et **Henri Michel Lévy**, présentée par M. H. Michel Lévy.

« Dans la séance du 14 décembre 1903, l'un de nous a eu l'honneur de soumettre à l'Académie le principe d'une nouvelle méthode sur la mesure des efforts développés dans le choc d'éprouvettes entaillées. Nous présentons aujourd'hui les premiers résultats obtenus sur quelques métaux; ils semblent devoir apporter une contribution nouvelle à l'étude du phénomène si complexe de la fragilité.

» L'abscisse des courbes obtenues par le procédé d'enregistrement photographique indiqué est le déplacement du mouton; leur ordonnée y est liée à l'effort Z développé pendant le choc sur le ressort de l'appareil et aux coefficients caractéristiques de la rotation du système autour de son axe, par l'équation différentielle :

$$M\frac{d^2y}{dt^2}+N\frac{dy}{dt}+y+Z=0\,.$$

» Dans certaines expériences, l'effort Z est suffisamment constant pour que l'on puissse tracer les courbes moyennes donnant cet effort; on peut dès lors déduire de la courbe photographique la période de l'oscillation propre du système ($0^s,00133$) et le décrément logarithmique de l'amortissement (0,22), d'où les valeurs de M et de N; de plus, le tarage du ressort permet de relier à la valeur numérique de Z le moment de la force exercée sur la section entaillée de l'éprouvette. En partant de ces valeurs, on peut donc obtenir la courbe reliant l'effort à la flexion.

» Les études ont été faites sur quatre métaux différents, fournis très obligeamment par M. Charpy, directeur des Forges Saint-Jacques, à Montluçon.

» Pour certains de ces métaux, à mesure que se produit l'allongement permanent, la résistance à la déformation est constante, ou augmente; ce sont les métaux dont la rupture nécessite un nombre de kilogrammètres de

même ordre que celui qu'on déduit de la résistance et de l'allongement donnés par la méthode statique.

» Pour d'autres, au contraire, cette résistance atteint rapidement une certaine valeur pour décroître ensuite pendant l'allongement jusqu'à la rupture, comme si le métal présentait une qualité inverse de celle des métaux écrouissables, ou se déchirait fibre à fibre, au lieu de se rompre d'un coup. Le nombre de kilogrammètres nécessité par la rupture est alors beaucoup plus faible que celui que pouvaient faire prévoir la résistance et l'allongement donnés par la méthode statique.

» Ces deux types de courbes sont représentés ci-dessous :

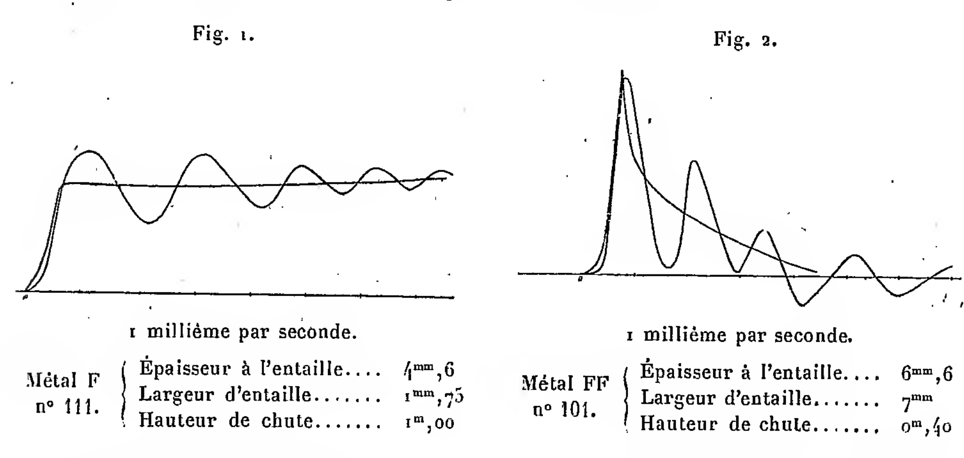


Fig. 1. — 1 millième par seconde.

Métal F n° 111. Épaisseur à l'entaille.... $4^{mm},6$; Largeur d'entaille....... $1^{mm},75$; Hauteur de chute....... $1^{m},00$

Fig. 2. — 1 millième par seconde.

Métal FF n° 101. Épaisseur à l'entaille.... $6^{mm},6$; Largeur d'entaille....... 7^{mm} ; Hauteur de chute....... $0^{m},40$

» Elles sont relatives l'une au métal F, l'autre au métal FF dont les caractéristiques statiques sont les suivantes :

	Métal F.	Métal FF.
Résistance..............	39	39
Allongement pour 100...	32	39

» Deux autres métaux marqués N et DN ont donné tous deux des courbes descendantes, mais avec des caractères beaucoup moins accusés que le métal FF.

» Les entailles que nous avons, en général, employées, consistent en une échancrure à fond plat variant de $0^{mm},25$ à $0^{mm},8$ de largeur.

» Pour un même métal, la valeur de l'ordonnée initiale de la courbe semble indépendante de la largeur d'entaille et de la hauteur de chute, celle-ci variant de $0^{m},30$ à $1^{m},80$; elle est proportionnelle au carré de l'épaisseur de métal restant.

» Si l'on fait le quotient de l'ordonnée initiale par le module d'inertie de la section pour différents métaux, les nombres obtenus, constants pour chaque métal, semblent proportionnels aux valeurs des résistances mesu-

rées à la machine de traction; multipliant ces nombres par un coefficient déduit d'hypothèses relativement plausibles [1], on obtient pour les résistances des différents métaux les nombres indiqués dans le Tableau ci-dessous; en regard nous avons placé les valeurs correspondantes données par la machine de traction :

	Résultats déduits des épreuves			
	de choc.		de traction lente.	
	Fragilité.	Résistance.	Résistance.	Allongement.
		kg	kg	pour 100
Métal F..........	nulle	37	39	32
Métal FF.........	très grande	40	39	39
Métal N..........	petite	55	52	26
Métal DN.........	notable	93	95	10

» Les métaux F, FF, N sont des aciers au manganèse plus ou moins phosphoreux; le métal DN est un acier au chrome et au nickel.

» Ces résultats ne doivent être considérés que comme provisoires, les expériences n'ayant encore porté que sur trop peu d'échantillons, mais ils sont déjà suffisants pour démontrer que la nouvelle méthode met en évidence certaines propriétés que les essais habituels sont impuissants à déceler, en spécifiant la variation des efforts qui paraît caractériser la fragilité. »

ÉLECTRICITÉ. — *Du rôle des corpuscules dans la formation de la colonne anodique des tubes à gaz raréfiés.* Note de M. **H. Pellat**, présentée par M. Lippmann.

« La différence, parfois très grande, qu'on observe dans les tubes à gaz raréfiés, dits *tubes de Geissler*, entre la gaine cathodique et la colonne anodique peut faire croire que la luminescence du gaz est due aux chocs de projectiles différents. On est porté à penser que si la gaine cathodique est due aux chocs des corpuscules négatifs, ou rayons cathodiques, la colonne anodique est due aux chocs des ions positifs. Pourtant J.-J. Thomson a émis l'hypothèse que celle-ci était produite aussi par les chocs des corpuscules, dans son explication des stries. Il m'a paru intéressant de trancher la question par une expérience décisive.

(1) On a supposé que la partie encastrée de l'éprouvette travaillait comme le premier quart d'une éprouvette encastrée aux deux extrémités et chargée en son milieu.

» Un tube cylindrique est muni à ses extrémités d'électrodes intérieures; la plus grande partie du tube est remplie par le faisceau anodique. Entre deux points A et B de ce faisceau, on produit un champ magnétique uniforme perpendiculaire à l'axe du

Fig. 1.

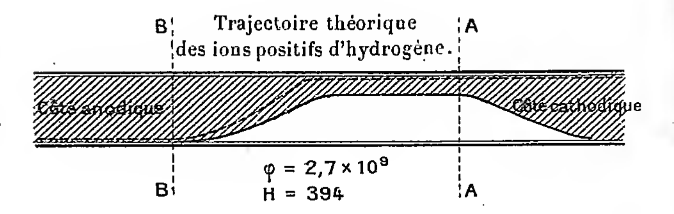


Fig. 2.

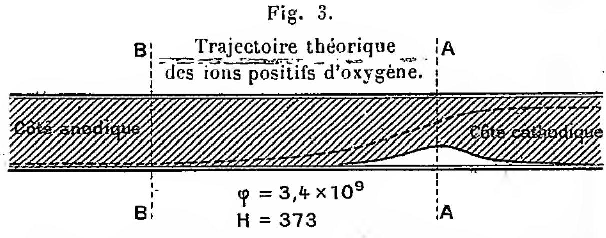


Fig. 3.

Trajectoire théorique des ions positifs d'oxygène.

$\varphi = 3,4 \times 10^9$

H = 373

Le champ magnétique n'existe qu'entre AA et BB, où il est uniforme. La ligne en pointillé représente la trajectoire d'un point électrisé qui pénétrerait seul dans le champ magnétique en rasant la paroi inférieure du tube. La partie couverte de hachures et limitée par un trait plein représente la marche de l'ensemble des ions de même nature qui remplissent tout le tube avant d'entrer dans le champ magnétique.

Fig. 4. — Hydrogène.

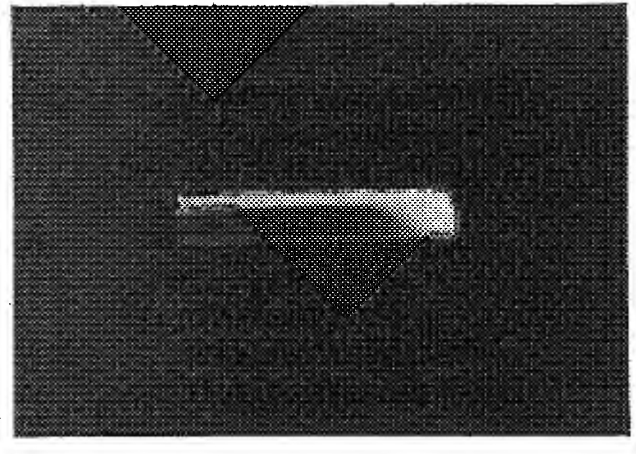
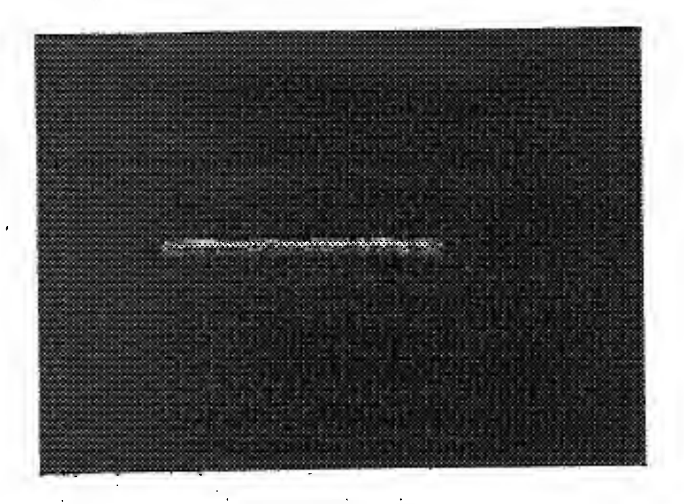


Fig. 5. — Oxygène.



tube; en dehors de l'intervalle AB, le champ magnétique est sensiblement nul. Ce champ est assez peu intense pour que les phénomènes de magnétofriction [1] ne se

(1) Voir, au sujet de la magnétofriction, les Notes de l'auteur et, en particulier, l'*Étude de la magnétofriction du faisceau anodique* (*Comptes rendus*, t. CXXXV, 1902, p. 1321).

montrent pas d'une façon sensible et que l'action du champ sur le faisceau se réduise à la déviation électromagnétique.

» Dans ces conditions, les lois de l'Électromagnétisme permettent de calculer la trajectoire que suit une particule électrisée en fonction de sa masse, de sa charge, de l'intensité des deux champs électrique et magnétique et de sa vitesse en pénétrant dans le champ magnétique, pour le cas théorique où une seule particule électrisée existerait dans le tube. De ce cas, on passe au cas réel d'un nombre considérable de particules électrisées par des considérations fort simples et l'on en conclut la forme que doit prendre le faisceau dans le champ magnétique. (Pour toute cette partie théorique, je renverrai au Mémoire complet qui paraîtra prochainement.)

» Or, la forme que la théorie assigne au faisceau est extrêmement différente suivant que les particules sont constituées par des corpuscules négatifs ou par des ions positifs, à cause de l'énorme différence de masse qui, pour ces derniers, est au moins 2000 fois plus considérable que celle des corpuscules. Les figures 1, 2 et 3 montrent la forme du faisceau dans le champ magnétique suivant que ce sont les corpuscules (*fig.* 1), les ions positifs d'hydrogène (*fig.* 2) ou ceux d'oxygène (*fig.* 3) dont on considère le mouvement. Du reste, indépendamment de tout calcul, il est bien évident que le faisceau resserré contre la paroi du tube dans le champ magnétique va à sa sortie du champ s'épanouir pour remplir de nouveau toute la section du tube, à cause de la répulsion mutuelle des particules chargées de la même électricité; l'endroit où se produit cet épanouissement indique donc la sortie du faisceau de particules en mouvement et non son entrée dans le champ magnétique. Cet épanouissement doit donc avoir lieu du côté de la cathode, si ce sont des ions positifs qui produisent le phénomène visible, puisque ceux-ci marchent dans le sens du champ électrique, tandis qu'il se produira du côté de l'anode, si ce sont des corpuscules négatifs, puisque ceux-ci se déplacent en sens inverse du champ électrique. Il y a donc un double moyen de constater par l'expérience à quel genre de particules électrisées on a affaire.

» Pour réaliser la disposition expérimentale, un long tube à gaz raréfié a été placé perpendiculairement à l'axe d'une bobine (sans fer) ou, plus exactement, entre les deux moitiés d'une bobine mises bout à bout et distantes seulement de l'épaisseur du tube. Avec un courant de 20 à 30 ampères, on obtenait à l'intérieur des bobines un champ magnétique uniforme de 200 à 300 unités C. G. S. sur une longueur égale au diamètre intérieur des bobines ($0^m,07$), et à l'extérieur un champ nul.

» L'aspect du faisceau dans le champ magnétique et en dehors a été le

même, soit qu'on se servît d'un tube à oxygène, soit qu'on se servît d'un tube à hydrogène; cela est d'autant plus remarquable que pour les phénomènes de magnétofriction, c'est-à-dire pour ceux que l'on aurait observés dans les mêmes conditions si le champ magnétique avait été plus intense, ces phénomènes sont très différents pour les deux gaz. Rien que ce fait montre que la luminescence est due au mouvement de ce qu'il y a de commun, c'est-à-dire des corpuscules. Mais il y a mieux, comme on peut en juger en comparant les reproductions des photographies [*fig.* 4 (hydrogène) et *fig.* 5 (oxygène)] de la colonne anodique à l'intérieur de la bobine avec les figures théoriques : l'aspect de la colonne luminescente est exactement celui que la théorie assigne au faisceau des corpuscules et n'a aucun rapport avec celui des ions positifs. Enfin, résultat qui suffirait à lui seul, l'épanouissement du faisceau à la sortie de la bobine a lieu du côté de l'anode; du côté de la cathode le faisceau remplit toute la section du tube jusqu'à la bobine.

» *La luminescence du gaz appelée* colonne anodique *suit exactement la trajectoire des corpuscules négatifs, et n'a aucun rapport avec celle des ions positifs.* »

OPTIQUE. — *Lois de la propagation anomale de la lumière dans les instruments d'optique*. Note de M. G. **Sagnac**, présentée par M. Lippmann.

« I. M. Gouy a découvert, en 1890 (*Comptes rendus*, t. CX, p. 1251), une remarquable exception aux lois jusqu'alors connues de la propagation de la lumière : la durée de la propagation des ondes lumineuses le long de l'axe focal d'un instrument éclairé par un point lumineux se trouve diminuée d'une demi-période vibratoire quand la distance parcourue comprend le foyer, image conjuguée du point lumineux.

» De cette avance anomale d'une demi-période résulte un changement de signe anomal des vibrations lumineuses qui a été mis en évidence par les expériences de M. Gouy lui-même (*loc. cit.*), puis de M. Ch. Fabry (*Journ. de Phys.*, 3e série, t. II, 20 juillet 1892, p. 22), et enfin de M. P. Zeeman *Arch. néerland.*, 1901, p. 318.

» II. Aucune de ces expériences n'a permis de constater les altérations progressives de la phase et de la vitesse de propagation des ondes lumineuses d'où doit résulter finalement le changement de signe anomal seul observé.

» Les phénomènes de la propagation anomale de la lumière ayant échappé à l'observation, on a cherché à en découvrir les lois par voie théorique en assimilant un foyer-image à un centre d'ébranlement soit mécanique (V.-A. Julius, *Arch. néerland.*, 1895, p. 226), soit électromagnétiqe (van der Waals *in* P. Zeeman (*loc. cit.*).

» III. Cette assimilation d'un foyer-image à un centre d'ébranlement ne saurait s'appliquer comme on l'admet aux foyers-images produits en général par les instruments d'optique et en particulier par les miroirs ou lentilles des expériences relatives à la propagation anomale de la lumière. Il en est ainsi même dans le cas limite irréalisable du *système parfaitement régulier*, ainsi constitué : un point lumineux P, sans diamètre apparent sensible, produit des ondes sinusoïdales parfaites; ce point est exactement placé sur l'axe de symétrie de l'ouverture parfaitement régulière (circulaire, je suppose) d'un diaphragme associé à un instrument parfaitement aplanétique qui fournit un foyer F conjugué du point P. Par suite de la diffraction des ondes lumineuses limitées à l'ouverture du diaphragme, le mouvement lumineux sinusoïdal qui règne autour du foyer F ne forme pas des ondes de centre F; mais il présente, sur chaque sphère de centre F, une phase variable, en même temps que l'intensité, de chaque anneau noir de diffraction à chaque anneau brillant.

» La théorie de la diffraction montre que des oscillations de la phase et de l'intensité se produisent encore le long de l'axe de l'instrument. Ces oscillations de la phase ont échappé aux divers observateurs. Elles constituent à elles seules le phénomène de la propagation anomale de la lumière dans les instruments d'optique. Je les ai calculées par la méthode géométrique de Fresnel et j'ai tenu compte des irrégularités du système employé (étendue angulaire de la source lumineuse, irrégularités du contour du diaphragme, etc.). On trouvera l'exposé de cette théorie dans un prochain fascicule du *Journal de Physique*, et un résumé dans le Volume jubilaire dédié cette année au professeur Boltzmann. En voici les résultats les plus caractéristiques que j'ai vérifiés par l'expérience et que je mets en opposition avec les lois jusqu'ici admises :

» D'après les théories de Julius et de van der Waals, qui assimilent un foyer-image à un centre d'ébranlement, les anomalies de la propagation de la lumière (1) le long de l'axe d'un instrument d'optique se réduiraient à une avance progressive d'une demi-période, dont l'apparition serait sensible

(1) G. Sagnac, *Journ. de Phys.*, octobre 1903, p. 721.

seulement dans un parcours de quelques longueurs d'onde à peine au voisinage immédiat du foyer. La vitesse de propagation des ondes ne serait altérée que dans cette région restreinte; elle y serait partout augmentée et serait infinie au foyer même.

» J'ai trouvé, au contraire, que les anomalies de la propagation de la lumière comprennent une série de retards de phase alternant avec des avances. Ces oscillations de la phase se répètent de part et d'autre du foyer et s'étendent aussi loin qu'on veut, par exemple, jusqu'à des millions de longueurs d'onde du foyer, à mesure qu'on diminue le diamètre apparent du point lumineux, la complexité de ses radiations et l'ouverture angulaire de l'instrument. A mesure que le système devient ainsi de plus en plus régulier, les retards de phase produisent de plus en plus exactement des changements de signe brusques à tous les points de l'axe où se trouve un centre noir de diffraction, et la vitesse des ondes en ces points tend vers zéro. D'un centre noir au suivant se produit une avance progressive qui, pour un système suffisamment régulier, est d'une demi-période; entre les deux centres noirs qui comprennent le foyer, il y a, par exception, une avance progressive d'une période entière; la vitesse des ondes est à peine augmentée au foyer.

» La propagation à vitesse constante, jusqu'ici seule observée et considérée comme le cas *régulier*, devait en réalité son origine aux *irrégularités* des ondes incidentes et des instruments employés. »

PHYSIQUE. — *Relation entre la diffusion et la viscosité.* Note de M. J. Thovert, présentée par M. J. Violle.

« L'étude de la diffusion du phénol dans des liquides différents montre une relation remarquable entre ce phénomène et la viscosité.

» Le Tableau suivant contient, en regard de l'indication des liquides employés comme dissolvants, la constante de diffusion D entre une solution à 1 pour 100 de phénol et le dissolvant pur; puis la durée τ de l'écoulement par un tube capillaire, à la température de l'expérience de diffusion, d'un certain volume de liquide sous une pression déterminée: ces conditions de pression et de volume sont identiques pour tous les liquides indiqués, de sorte que τ mesure leur viscosité relative; enfin la dernière colonne contient le produit $D \times \tau$.

Dissolvants.	$D \times 10^5$.	τ.	$D \times \tau \times 10^4$.
Éther (13°6)	3,10	315	98
Sulfure de carbone (13°3)	2,44	405	99
Chloroforme (13°8)	1,50	660	99
Mélange d'alcool éthylique et d'éther (14°)	1,51	660	100
Benzine (13°6)	1,24	790	98
Alcool méthylique (13°5)	1,16	820	95
Mélange d'alcool éthylique et de benzine (18°6)	1,03	950	98
Eau (14°)	0,72	1330	96
Alcool éthylique (13°5)	0,59	1620	96
Essence de térébenthine (17°)	0,48	2020	97
Alcool amylique (15°)	0,155	5900	92
Glycérine + 20 pour 100 eau (16°)	0,0104	94000	98

» On voit par ces nombres que la vitesse de la diffusion varie exactement en raison inverse de la viscosité du liquide où elle se produit (1). D'ailleurs les observations antérieures avaient montré que le coefficient de variation de la diffusion avec la température devait être voisin de celui de la viscosité. »

PHYSIQUE. — *Contribution à l'étude de l'audition*. Note de M. Marage, présentée par M. Edmond Perrier.

« Y a-t-il dans l'oreille, comme l'a dit Helmholtz, différentes parties » qui sont mises en vibration par des sons de hauteur différente et qui » donnent la sensation de ces sons? » (Helmholtz, *Théorie physiologique de la Musique*, p. 181). Telle est la question que je voudrais étudier en partie aujourd'hui.

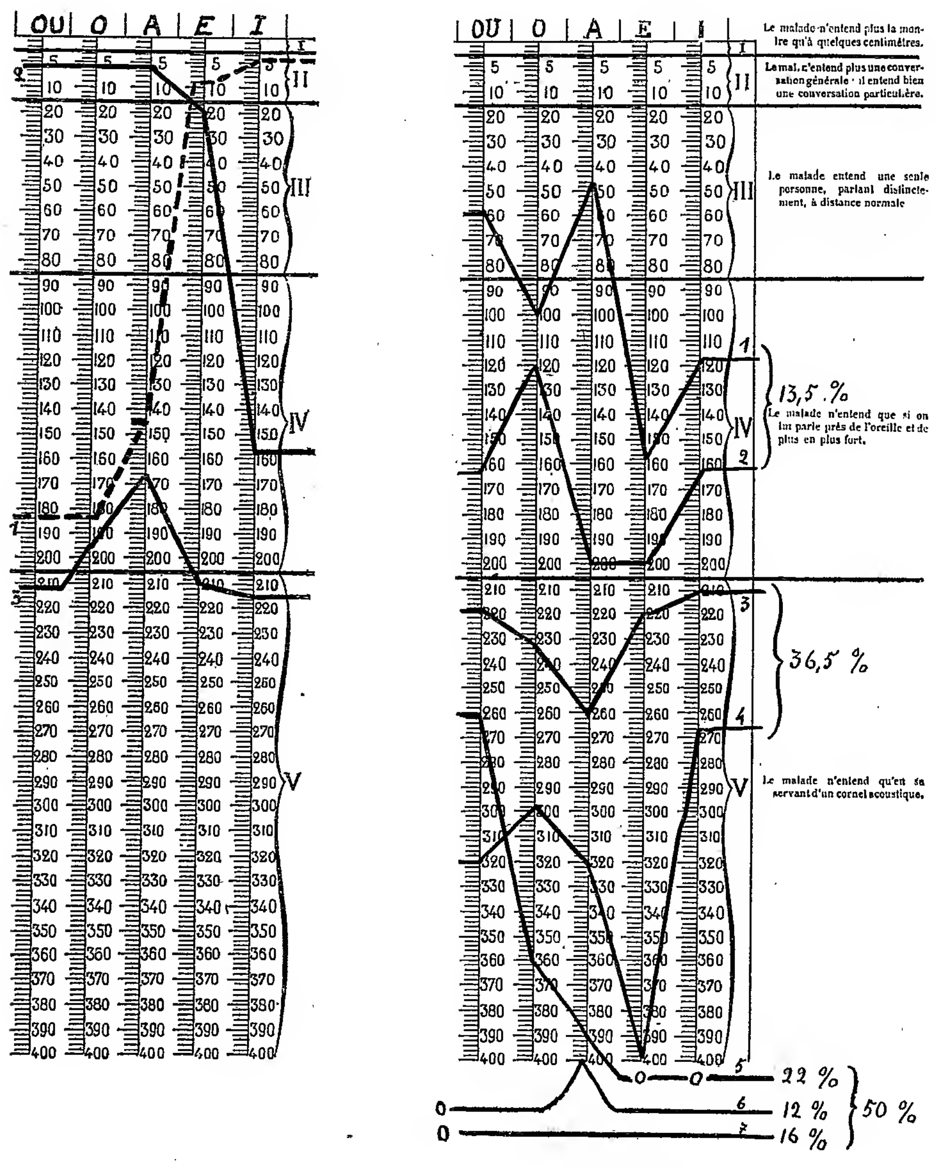
» Les malades atteints d'otite scléreuse et les sourds-muets peuvent fournir des indications sur la question que nous nous posons.

» 1° *Otites scléreuses* (681 observations). Quand on mesure avec la sirène à voyelles OU, O, A (fa_2), É (la_4), I (la_6) l'acuité auditive de ces malades chez lesquels l'oreille moyenne est atteinte, on constate qu'ils peuvent se diviser en trois catégories :

» *a*. Les premiers, et les plus nombreux (48 pour 100), entendent mieux les notes aiguës et, en pratique, les voix de femmes et d'enfants que les voix d'hommes (*fig* 1, tracé 1);

(1) Si l'on applique aux liquides les mêmes idées qu'aux gaz, on arrive à cette conséquence singulière que leur viscosité est simplement en raison inverse du chemin moyen de leurs molécules.

» *b*. Les seconds, au contraire (24 pour 100), entendent mieux les voyelles émises sur une note grave (*fig*. 1, tracé 2); pour eux, les voix de femmes et d'enfants sont à peine perceptibles ;



Sclérose.

Surdi-mutité.

Les chiffres indiquent les pressions sous lesquelles les différentes voyelles sont entendues; l'intensité du son est proportionnelle à la pression de l'air qui le produit.

» *c*. Les troisièmes (28 pour 100) entendent mal les notes graves et les notes aiguës (*fig.* 1, tracé 3), la voyelle A, la plus sonore, étant toujours mieux perçue que les autres.

» Tous les sujets des deux premières catégories présentent ceci de particulier : *en laissant l'intensité d'une voyelle constante, on peut la rendre perceptible soit en élevant* (première catégorie), *soit en baissant* (deuxième catégorie) *sa note d'émission*.

» 2° *Surdi-mutité* (73 observations; *fig.* 2). Dans les cas que j'ai examinés, l'oreille moyenne était intacte; aussi les phénomènes sont-ils absolument différents de ceux que nous avons observés jusqu'ici.

» Il est impossible de classer ces malades par catégories et l'on trouve toutes les formes de tracés. La figure 2 en reproduit quelques-uns.

» Une très faible proportion (13,5 pour 100) a conservé des restes d'audition par l'air; on les appelle des demi-sourds. On voit que les tracés 1 et 2 diffèrent complètement de ceux de la figure 1.

» Tous les autres sont regardés comme des sourds complets; cependant, à l'acoumètre, on constate que certains d'entre eux (36,5 pour 100) (tracés 3 et 4) peuvent encore entendre plus ou moins bien toutes les voyelles par l'intermédiaire d'un tube acoustique muni d'une membrane vibrante.

» Les derniers (50 pour 100) ont des trous dans l'audition soit simplement pour les deux voyelles É et I (tracé 5), soit pour toutes les voyelles, sauf une (tracé 6), soit pour toutes les voyelles sans exception (tracé 7).

» Lorsqu'on développe l'acuité auditive de ces malades par la méthode que j'ai indiquée déjà, on se trouve souvent en présence de phénomènes bizarres : les uns (surdité après méningite) arrivent à entendre des *bruits* si faibles que nos appareils ne peuvent pas les inscrire et cependant il est impossible de leur faire percevoir la musique ou la voix; les autres entendent bien les bruits et la musique, ils entendent la voix, mais ils ne comprennent pas (il s'agit de sujets très intelligents). Enfin, chez les derniers, on développe complètement l'audition pour toutes sortes de sons.

» *Conclusions*. — 1° Helmholtz avait dit : « Il doit y avoir dans l'oreille » différentes parties qui sont mises en vibration par des sons de hauteur » différente. »

» Les observations faites sur les scléreux montrent que cette proposition pourrait être ainsi modifiée :

» Le tympan et la chaîne des osselets à l'état physiologique transmettent toutes les vibrations avec leurs qualités propres; à l'état pathologique ces mêmes parties transmettent les vibrations en conservant leur forme, mais en modifiant leur hauteur et leur intensité.

» 2° Les observations prises sur les sourds-muets montrent que la même proposition d'Helmholtz pourrait probablement être rédigée de la façon suivante :

» Il doit y avoir quelque part, dans le système nerveux central ou péri-

phérique, différentes parties qui sont influencées par des sons de forme (timbre) différente (bruits, vibrations musicales, ou parole). Évidemment la preuve complète ne pourrait être faite que si plusieurs autopsies montraient les mêmes lésions chez des malades n'ayant pas entendu les mêmes sons. »

SPECTROSCOPIE. — *Sur le spectre de l'arc.* Note de M. C. DE WATTEVILLE, présentée par M. Lippmann.

« Lorsqu'on introduit, comme l'ont fait MM. Schuster et Hemsalech, une self-induction dans le circuit de décharge d'un condensateur alimenté par une bobine, le spectre de l'étincelle se modifie : il est dépourvu, dans ces nouvelles conditions, des raies considérées comme caractéristiques de l'étincelle, et il se rapproche du spectre de l'arc, tout en étant beaucoup moins riche en lignes que ce dernier.

» D'autre part, comme je l'ai indiqué (¹), le spectre des flammes gagne assez de raies nouvelles lorsqu'on emploie la méthode du pulvérisateur, pour devenir identique à celui de l'étincelle oscillante, à part de très peu importantes différences.

» On peut attribuer à des variations de température les changements observés dans ces deux ordres de phénomènes. Il était intéressant de chercher si l'on ne pourrait pas observer des modifications analogues dans le spectre d'un arc dont on ferait varier la température.

» M. Fleming et M. Petavel, auquel je suis très obligé d'avoir bien voulu me signaler cette méthode, ont, dans une étude photométrique de l'arc alternatif, employé le procédé stroboscopique qui consiste à faire tourner par un moteur synchrone un disque percé d'une fenêtre à travers laquelle on observe l'arc à un moment bien déterminé de sa période; on peut d'ailleurs faire varier cette phase en décalant le disque sur l'arbre du moteur. Il résulte de l'étude de MM. Fleming et Petavel que l'intensité lumineuse de l'arc varie d'une façon considérable depuis le moment où il s'allume jusqu'à celui où le courant alternatif atteint son maximum (²).

» C'est le dispositif de ces savants que j'ai repris, en le modifiant de la façon sui-

(¹) *Comptes rendus*, 29 décembre 1902.
(²) *Philosophical Magazine*, numéro d'avril 1896.

vante pour rendre les résultats nettement comparables au point de vue spectroscopique:

» Le disque, porté par l'arbre de l'alternateur lui-même, est percé de trois petits trous circulaires de 3^{mm} ou 4^{mm} de diamètre placés à des distances différentes de son centre.

» Les rayons du disque auxquels correspondent ces trois ouvertures font entre eux des angles tels que, d'après la position des pôles de la machine, l'une laissera apercevoir l'arc pendant le maximum d'une période, l'autre pendant un minimum, et la troisième pendant une phase intermédiaire. L'image de l'arc est envoyée sur l'une des faces du disque et elle est suffisamment agrandie pour que la lumière émise par les charbons incandescents ne puisse pas traverser les trois trous : celle qui émane de l'arc proprement dit peut seule pénétrer dans le spectroscope dont la fente est placée de l'autre côté du disque, presque en contact avec ce dernier. On reçoit ainsi dans l'oculaire, ou sur la plaque photographique, trois petits spectres nettement séparés, correspondant chacun à une phase de l'arc. Les résultats obtenus sont bien comparables entre eux, puisque la source lumineuse, la durée de pose, la plaque photographique et son mode de traitement sont identiques. En outre, pour éviter toute illusion provenant d'un défaut de centrage du système optique, on prend la précaution de produire, au début de l'expérience, un arc de courant continu entre les charbons placés dans la situation même qu'ils doivent occuper, et, le disque étant mis en mouvement, on vérifie que les trois spectres ont bien, par rapport à l'œil et à la plaque photographique, une composition et une intensité identiques.

» Si l'on remplace alors le courant continu par le courant alternatif, on observe, au contraire, des différences très notables entre les trois spectres.

» Le phénomène est nettement sélectif, c'est-à-dire qu'une raie très forte, lorsque l'arc atteint son maximum, sera à peine visible lors du minimum, tandis qu'une raie voisine de la précédente, mais beaucoup plus faible qu'elle, ne change pas d'intensité avec la phase de l'arc. Sans entrer dans aucun des détails qui seront publiés ultérieurement, je citerai cependant, comme n'éprouvant qu'une variation d'éclat insensible, la raie 4226 du calcium, qu'on observe dans la flamme du gaz d'éclairage, tandis que les raies H et K, extrêmement fortes dans l'arc bien allumé, deviennent très faibles au voisinage du minimum. Les raies 5183, 5172, 5167 du magnésium disparaissent entièrement et il en est de même pour les bandes du cyanogène. D'une façon générale le spectre de l'arc se rapproche de celui de la flamme.

» Les différences observées ne peuvent être considérées que comme d'ordre purement thermique, puisque les conditions expérimentales reviennent à l'emploi d'un arc à courant continu, où seule l'intensité du courant et, par suite, la quantité de chaleur dégagée varieraient, et il ne saurait être question ici de vibrations forcées ou de contrainte de nature électrique de l'atome. »

ÉLECTRICITÉ. — *Sur la décharge disruptive à très haute tension.* Note de M. J. DE KOWALSKI, présentée par M. Lippmann.

« La Compagnie de l'Industrie électrique de Genève a dernièrement construit trois machines à courant continu système Thury pouvant donner un courant d'une intensité de 1 ampère sous une tension maximum de 25 000 volts.

» La direction de la Compagnie a eu l'amabilité de me permettre d'exécuter quelques expériences avec ces machines. Je les en remercie sincèrement, ainsi que M. Thury, qui a bien voulu m'aider dans l'exécution de ces expériences.

» En couplant les trois machines en série, on pouvait arriver aisément à une différence de potentiel de 70 000 volts aux bornes des machines. Je me suis proposé d'étudier avant tout, à ces hautes tensions, le caractère des décharges dans l'air. L'avantage des mesures à effectuer avec des machines à courant continu sur les mesures effectuées avec des machines statiques ou avec des bobines d'induction est incontestable : grâce à la grande puissance des machines, il est possible de mesurer toutes les grandeurs électriques entrant en jeu au moyen d'ampèremètres et de voltmètres électromagnétiques bien calibrés.

» La disposition des expériences était réglée de la façon suivante : les bornes extérieures des trois machines reliées entre elles en série étaient réunies aux bornes d'un excitateur à travers une très grande résistance liquide qu'on pouvait varier à volonté. Chacune des bornes de l'excitateur était reliée, en outre, avec une des armatures d'un condensateur à grande capacité.

» Les phénomènes qui se produisent dans ces conditions, bien que plus brillants, ont généralement les mêmes caractères que les phénomènes que MM. Simon et Reich ont déjà observés pour des tensions beaucoup plus basses (ne dépassant pas 5000 volts). Comme eux, j'ai trouvé que si j'emploie une très grande résistance dans le circuit et une grande capacité en parallèle avec l'excitateur, j'obtiens des décharges disruptives à étincelles. En diminuant la résistance, on peut produire un arc. Pour que l'arc puisse subsister, il y a une résistance limite que l'on ne peut dépasser. Cette résistance est d'autant plus grande pour une distance explosive et une différence de potentiel donnée, que la capacité du condensateur en dérivation est plus petite.

» Tous ces phénomènes s'expliquent facilement si l'on considère les lois de la charge apériodique du condensateur à travers la grande résistance et les lois de sa décharge oscillante à travers l'excitateur. Pour que les phénomènes de l'arc puissent se produire, il faut, d'après la théorie, que la cathode arrive à une température très élevée. Cette température dépend du nombre de décharges dans l'unité du temps et de

l'énergie qu'elles emploient. La théorie exacte du phénomène est très simple et facile à établir. Les diverses expériences effectuées avec les machines que nous avions à notre disposition nous ont permis de vérifier toutes les conséquences de la théorie.

» J'ai exécuté une série des mesures précises pour déterminer la distance explosive dans l'air entre un disque de 158^{mm} de diamètre et une sphère de 20^{mm} de diamètre, les deux en laiton.

» La résistance a été prise suffisamment grande (environ 1 mégohm) pour que le phénomène de l'arc ne puisse pas se produire. Le condensateur en dérivation avait généralement une capacité de 0,04 microfarad. Le condensateur joue un rôle analogue à celui d'un volant et l'on peut considérer la différence de potentiel aux bornes de l'excitateur comme absolument constante. L'explosion se produisait en approchant très lentement la sphère du disque et maintenant la différence de potentiel aux bornes constante. La capacité du condensateur n'avait pas d'influence sur la distance explosive.

» Les résultats des expériences sont représentés dans les Tableaux suivants :

$V =$	16,67	33,83	50,00	67,65	83,35	100,00	116,7	133,32
$d =$	0,118	0,280	0,46	0,70	0,98	1,40	2,00	2,80
$a =$	141	120	109	96,6	85	71,4	58,4	46,6

$V =$	150,00	166,7	183,4	200	216,7
$d =$	3,75	4,70	5,75	6,9	8,01
$a =$	39,8	35,5	31,9	28,9	27,1

» Dans ces Tableaux V indique, en unités absolues, la différence de potentiel aux bornes de l'excitateur; d mesure, en centimètres, la distance explosive relative à V; a est égal à $\frac{V}{d}$. Les différences des lectures de plusieurs mesures consécutives correspondantes n'ont jamais dépassé 0,5 pour 100.

» Une seconde série d'expériences a été faite pour essayer de préciser le phénomène de l'arc électrique à courant continu entre électrodes métalliques. Deux boules en laiton de 20^{mm} de diamètre fixées sur l'excitateur des expériences précédentes servaient d'électrodes.

» On peut résumer le résultat des recherches comme suit :

» 1° L'arc électrique à courant continu à haute tension et petite intensité a d'une manière générale le même caractère que l'arc à courant alternatif étudié par MM. Guye et Monasch. Nous distinguons aussi une zone stable et une zone instable. La zone critique observée par ces Messieurs avec l'arc alternatif n'a pu être remarquée dans nos expériences.

» 2° Dans la zone stable le rapport entre la longueur de l'arc, la chute

du potentiel sur l'arc et l'intensité du courant semblent pouvoir être exprimés par une équation linéaire.

» 3° La longueur limite de l'arc stable dépend de l'intensité du courant et de la différence de potentiel aux bornes des machines comme l'indiquent les quelques chiffres suivants :

V =	20500	30400	25600	40000	40000	30000
I =	0,023	0,024	0,031	0,032	0,08	0,04
δ =	1,45	3,48	1,82	5,15	7,60	4,70

V signifie : différence de potentiel aux bornes des machines, en volts; I, intensité du courant en ampères; δ, longueur de l'arc stable.

» 4° Dans la zone instable l'arc à courant continu a un aspect dissymétrique : à peu près fixe à la cathode il va aboutir successivement et très rapidement à des points très différents de l'anode. »

ÉLECTRICITÉ. — *Nouveau récepteur pour la télégraphie sans fil.* Note de M. N. **Vasilesco Karpen**, présentée par M. Lippmann.

« Entre deux armatures cylindriques verticales *a* se trouve, suspendue par un fil, une *aiguille* formée de deux parties cylindriques *a'* réunies métalliquement. Les armatures *a* sont réunies par un circuit à gros fil S ayant une self-induction convenable.

» L'une des bornes de l'appareil ainsi formé est mise à la terre T, l'autre borne est mise en communication avec l'antenne A.

» Lorsque l'antenne est impressionnée par des ondes électriques, les bornes de l'appareil sont soumises à une différence de potentiel alternative dont la période est celle des ondes. Dans ces conditions, l'aiguille tourne

autour de son point de suspension *o* de façon à augmenter la capacité du système. Lorsque les ondes cessent d'arriver, l'aiguille retourne à sa position d'équilibre, grâce à la torsion du fil.

» Les déviations sont observées par réflexion à l'aide d'un petit miroir solidaire de l'aiguille.

» La réception se fait dans les meilleures conditions lorsque la self-induction du circuit S et la capacité du système satisfont à la condition de résonance. En effet, dans ce cas, l'*impédance* entre les deux bornes de l'appareil est maximum et il arrive ceci de curieux que le courant traversant l'appareil est d'autant plus petit que la résistance du circuit S est elle-même plus petite. A la limite, lorsque la condition de résonance est satisfaite et la résistance du circuit S nulle, aucun courant ne traverse l'appareil, l'antenne vibre en *moitié d'onde* et la borne de l'appareil en relation avec l'antenne est un *ventre,* une région de potentiel maximum.

» On se rapprochera d'autant plus de cette réceptibilité maximum que la résonance sera plus parfaite et la résistance de S plus petite.

» On peut observer soit des élongations dues à un ou plusieurs trains d'ondes, soit des déviations permanentes lorsque les trains d'ondes se suivent d'une façon continue.

» On sait que les cohéreurs et les récepteurs magnétiques sont sensibles surtout au choc du front de l'onde; au contraire, le présent appareil accumule les effets et constitue un véritable appareil de mesure de l'énergie transmise.

» L'aiguille de l'appareil dont je me suis servi est en aluminium mince, elle a une hauteur de 25^{mm} et une longueur de 28^{mm}. La distance entre l'aiguille et les armatures *a* est de 4^{mm}. La suspension est faite par un fil de cocon de 3^{cm} de long.

» Dans ces conditions, une différence de potentiel de 1 volt appliquée aux bornes de l'appareil donne une déviation de 15^{mm} sur une échelle placée à 2^{m}.

» *Expériences.* — Distance de transmission : 10^{m}; longueur des antennes : 2^{m}; longueur de l'étincelle : $\frac{25}{100}$ de millimètre; longueur d'onde : environ 12^{m}; étincelles par seconde : 80.

» Dans ces conditions, la déviation permanente observée est de 80^{mm}. Il faut environ 160 étincelles (2 secondes) pour avoir une élongation de 10^{mm}. Ce temps, relativement long, pourra être réduit en diminuant l'amortissement et le moment d'inertie de l'équipage mobile.

» Je n'ai pas remarqué la charge accidentelle de l'aiguille, mais, le cas échéant, on s'en préserverait en la réunissant électriquement au milieu *o'* du circuit S.

» Il faut éviter, dans la construction de l'appareil, l'emploi d'isolants tels que l'ébonite ou la paraffine, qui pourraient s'électriser accidentellement et rendre toute

réception impossible en immobilisant l'aiguille. Le bois est dans ce cas un isolant suffisant.

» Le fil de suspension doit être en quartz pour assurer un zéro fixe à l'appareil. »

PHYSIQUE. — *Sur les rayons* N *emis par un courant électrique passant dans un fil.* Note de M. **P. Jégou**, présentée par M. Lippmann.

« A la dernière séance, M. Gutton a fait connaître que j'avais constaté, sans avoir eu connaissance de ses travaux, que tout fil parcouru par un courant électrique émettait des rayons N. Outre l'influence sur l'augmentation d'éclat du sulfure de calcium phosphorescent que MM. Gutton et Gueritot ont constatée, j'ai aussi mis en évidence l'action sur la flamme bleue d'un bec de gaz. Cette action est extrêmement nette, à condition d'observer la flamme à travers un verre dépoli placé à environ 3^{cm} de la flamme. M. Blondlot, à qui j'ai communiqué mes expériences, a bien voulu les répéter lui-même et les confirmer.

» Je me suis aperçu aussi qu'un moyen simple d'avoir une source de rayons N consiste à prendre un élément Leclanché et à fermer le circuit pendant quelque temps. Le liquide accumule les rayons N et devient une source énergique de ces rayons. Ceci provient peut-être de ce que les rayons N suivent le fil (expériences de M. Charpentier) et viennent s'emmagasiner dans le liquide comme ils s'accumulent dans l'eau salée (expériences de M. Blondlot). »

PHOTOGRAPHIE. — *Essai de représentation de la loi du développement photographique en fonction de sa durée.* Note de M. **Adrien Guébhard**, présentée par M. Lippmann.

« Bien connue de tous les praticiens, l'influence de la durée du développement sur la valeur finale du cliché semble n'avoir jamais été mise en ligne de compte dans les expériences relatives à l'impression de la lumière sur le gélatinobromure. De fait, la rapidité des développateurs usités ne permettait guère de dissocier analytiquement les phases du phénomène, et seule la pratique du développement lent pouvait se prêter à l'étude systématique à laquelle nous poussa l'observation fortuite d'un cas d'*inver-*

sion totale de cliché *sous*-posé par *sur*-développement lent, c'est-à-dire par augmentation de la durée et point par forçage de l'intensité du bain (¹).

» De nombreuses expériences faites sur plaques, pellicules et papiers (²) au gélatino-bromure, d'émulsions diverses, exposés soit à la chambre noire par fractions de surface et poses graduées, soit directement à la lumière naturelle ou artificielle au-dessous de caches combinées, et ensuite soumises par coupures à des temps d'immersion au bain dilué (³) variant de quelques minutes à plusieurs semaines, il résulte que le mode d'inversion nouvellement observé commençant le plus souvent, mais à titre transitoire (⁴), par le rougissement ou jaunissement des blancs, puis s'étendant lentement des parties les *moins* impressionnées aux noirs les plus venus, finit toujours, avec le temps, par attaquer ceux-ci et par aboutir à une inversion totale (⁵) reproduisant en positif l'original avec tous ses contrastes, mais amortis, comme voilés, sans blancs ni noirs purs.

» Inversion inverse, semble-t-il, de celle, bien connue, que donne la surpose; celle-ci prouve cependant que, pour les poses moyennes tout comme pour les poses exagérées, les courbes représentatives du noircissement en fonction du temps d'action du bain, après avoir atteint, et gardé peut-être assez longtemps, chacune son maximum, finissent aussi par descendre, et cela d'autant plus tôt et d'autant plus vite qu'elles correspondent à de plus grandes expositions; de sorte qu'au bout d'un temps suffisant, chacune ayant recoupé l'inférieure, il y a finalement inversion complète en dessous d'une direction asymptotique moyenne parallèle à l'axe.

» D'autre part, de tout un ensemble de faits bien connus, sinon bien formulés, on peut déduire que : 1° toutes conditions égales, c'est-à-dire pour chaque émulsion et chaque bain déterminés, il y a, pour l'ensemble des courbes, un *maximum-maximorum* correspondant à la valeur en deçà ou au delà de laquelle il est connu que l'impression ne peut que diminuer; 2° pour certaines surposes, qui produisent le noircissement direct de la surface sensible à sec, les courbes partent de l'axe des y, pour atteindre très rapidement, en se recoupant, des *maxima* très voisins les uns des autres mais échelonnés en raison inverse de la pose; 3° parmi ces courbes il en est une que sa chute ultérieure ramène très près du zéro, sans y atteindre; 4° pour des poses

(¹) *Bulletin de la Société française de Photographie*, 2ᵉ série, t. XX, 4 décembre 1903, p. 64.

(²) Il suffit d'attacher avec des bracelets de caouchouc, après mouillage préalable, sur des glaces à la dimension des cuves verticales, les pellicules et papiers, pour les faire bénéficier de tous les avantages du développement lent.

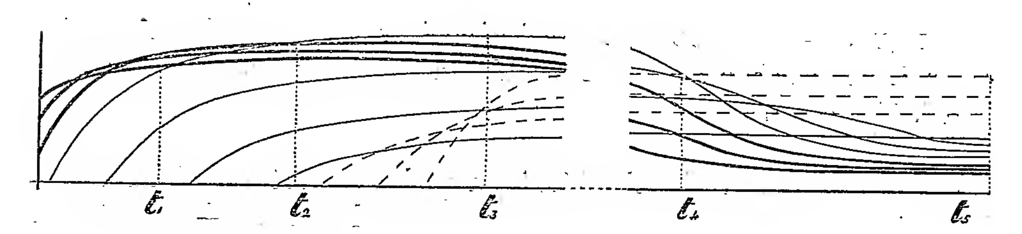
(³) J'ai expérimenté l'acide pyrogallique et le diamidophénol, en adoptant comme type normal de bain la dilution décimale des formules de révélateurs ordinaires.

(⁴) Sur papier Lamy, il arrive que l'inversion soit totale par transparence longtemps avant d'être visible, ou même de pouvoir être réalisée par réflexion.

(⁵) *Bulletin de la Société française de Photographie*, 2ᵉ série, t. XX, 4 février 1904.

décroissantes, les courbes partent de l'axe des x de plus en plus loin de l'origine et s'en écartent de plus en plus lentement.

» Toutes ces données, jointes aux observations nouvelles, peuvent fournir les éléments approchés d'une figuration schématique, à défaut de la représentation rigoureuse que rend presque irréalisable la difficulté de mesurer numériquement les degrés du noircissement du gélatinobromure. La figure, encore insuffisamment allongée à raison de la dilution de bain employée, représente en trait fort les courbes de la surpose, en trait fin



celles des poses moyennes, et l'on y voit tout de suite comment, sur un cliché surexposé, qui ne contiendrait que les valeurs correspondant aux courbes épaisses, l'inversion, commencée presque immédiatement, est totalement achevée dès l'instant t_1, tandis que, sur un cliché à peu près normal, que figurerait exclusivement le faisceau des courbes fines, il faut un temps extrêmement long pour arriver à un commencement d'inversion, qui ne se complétera, vers le temps t_5, qu'en atténuant tous les contrastes par le rapprochement des lignes.

» Mais, bien auparavant, a paru l'inversion des parties sousexposées, dont il semble bien que l'orgine se doive rattacher à la modification du processus chimique due à l'oxydation du bain [1]; sans doute y a-t-il coïncidence avec le commencement de chute de la courbe des maxima, et l'on dirait presque que ce sont les éléments enlevés aux grands noirs qui viennent colorer les derniers blancs. Quoi qu'il en soit, la montée des courbes de la sous-pose, que représente en ponctué la figure, est relativement rapide, ainsi que leur mutuel chevauchement, de sorte que l'inversion se manifeste alors qu'aucune apparence de changement n'est saisissable ailleurs. Enfin, la même figure, qui semble ainsi résumer toutes les données acquises sur le sujet, fait voir encore comment la rencontre

(1) L'emploi du diamidophénol en liqueur acide, qui semble s'opposer aux oxydations, a paru retarder aussi de beaucoup, sinon empêcher, les manifestations du renversement.

commune, sur un espace restreint, de deux groupes de courbes, montant et descendant, peut produire intermédiairement, vers l'instant t_4, une sorte de brouillage général en grisaille, où ne se distingue plus rien, analogue à l'*état neutre* de surexposition noté par M. Janssen (1), et observable expérimentalement dans la pratique du développement lent, quoique, théoriquement, il ne dût être réalisable que dans le cas de deux seules valeurs coexistantes. »

PHYSIQUE. — *Nouveau type perfectionné de chronographe*. Note de MM. **Robert-Ludwig Mond** et **Meyer Wildermann**, présentée par M. Lippmann.

« Au cours d'une recherche faite il y a quelques années par les auteurs, il fallut un chronographe mesurant exactement le temps à $\frac{1}{10}$ de seconde. Le meilleur type d'appareil à cylindre tournant de 60cm de circonférence, et faisant une révolution à la minute, ne put remplir les conditions voulues, malgré sa construction parfaite. Après une étude approfondie de l'appareil en question, et vu ses défauts, provenant en grande partie de l'inertie de ses organes mobiles, du déroulement irrégulier du ressort et du frottement des parties mobiles gênant l'action régulatrice du ressort, les auteurs durent l'abandonner pour adopter le nouvel instrument.

» Ce dernier, réalisé sous deux formes différentes, l'une avec un cylindre horizontal fixe et l'autre avec un cylindre vertical fixe, est constitué par le mouvement d'horlogerie à poids, un cylindre fixe ayant 60cm de circonférence, monté sur un support, un axe horizontal portant le bras du style ou traceur, et un électro-aimant qui est équilibré. L'axe horizontal passe à une extrémité à travers un moyeu, en faisant décrire ainsi à la plume un cercle autour du cylindre. Une lame en saillie sur une partie de l'axe forme une longue clavette, et une rainure correspondante, ménagée dans le moyeu du pignon, permet à l'arbre de se déplacer, suivant son axe, à l'aide de la partie filetée de l'arbre et du demi-écrou fixé au cylindre, dont il est isolé au moyen d'une bande d'ébonite. Grâce à ce double mouvement de l'axe, la plume ou traceur décrit une hélice sur le cylindre, laquelle, dans l'instrument représenté, a une longueur de $50 \times 60 = 3000^{cm}$ de développement. En employant des paires de roues dentées, de rapport différent, on peut faire faire au style, par exemple, une révolution à la minute ou encore cinq révolutions à la minute, et comme l'épaisseur de la ligne tracée est de $0^{mm},2$, on peut lire facilement, suivant le cas, $\frac{1}{50}$ ou $\frac{1}{250}$ de seconde si les contacts électriques actionnant l'électro-aimant et le style sont suffisamment sensibles.

(1) *Bull. Soc. fr. de Photographie*, 1880, p. 219.

» Avec une vitesse de 1 révolution par minute l'appareil fonctionne pendant 50 minutes, et si l'on désire effectuer des lectures pendant des périodes plus longues, avec le même degré de précision, il suffit de construire un instrument analogue avec un cylindre plus grand et un bras plus grand pour porter le style.

» Comme le seul organe mobile de l'appareil est l'axe horizontal sur lequel est fixé centralement l'électro-aimant, et comme le bras portant le style ou traceur est équilibré avec beaucoup de soin, et que le frottement est réduit au minimum au moyen de galets de roulement ou de billes, le travail que doit accomplir le mouvement d'horlogerie est réduit au minimum, et il n'y a par conséquent aucune difficulté à maintenir constante la vitesse de rotation, surtout que le volant, dont les ailettes sont réglées par des ressorts à vis de tension, rend possible un réglage très exact.

» Le chariot de la plume, se déplaçant entre deux guides relativement écartés l'un de l'autre, ne permet aucun jeu latéral de la plume, et une connexion rigide avec l'armature de l'électro-aimant, obtenue au moyen de bielles et d'un levier coudé, assure une action impérative et élimine l'accumulation des erreurs produites par les motifs susdits.

» En faisant agir sur l'électro-aimant un courant faible et un courant plus fort, il est facile d'enregistrer, au moyen de la même plume, des signes indépendants, et même quand les signes se superposent on peut facilement se rendre compte de l'effet plus grand dû aux courants combinés. Ceci facilite le calibrage d'une courbe au moyen d'un mécanisme d'horlogerie astronomique donnant électriquement la mesure du temps, les déviations de la plume étant formées sur la même courbe et l'on évite ainsi la comparaison de deux courbes, comme par exemple quand on emploie un diapason.

» La précision de cet instrument permet de l'employer avec des tachymètres, des pluviomètres, anémomètres, etc., et le double mouvement qui peut être communiqué à la plume permet d'enregistrer simultanément avec le même chronographe les indications données par deux des appareils ci-dessus indiqués. »

CHIMIE GÉNÉRALE. — *Sur la potentialisation spécifique et la concentration de l'énergie*. Note de M. **Ernest Solvay**, présentée par M. H. Moissan.

« Bien des esprits scientifiques s'affligent de voir qu'à propos du radium, qui semble émettre indéfiniment de l'énergie en se maintenant à une température supérieure à celle de son milieu, d'éminents savants en arrivent

presque immédiatement à envisager l'abandon des grands principes physiques qui ont servi à constituer la Science moderne et à admettre que de l'énergie puisse spontanément se produire au sein d'une même substance, au même endroit de l'espace et s'émettre indéfiniment sans qu'il soit fait appel à des substances ou à des énergies étrangères, la cause productrice semblant ainsi se reproduire elle-même indéfiniment.

» S'il m'était permis d'essayer, en cette circonstance particulière et critique, de parler au nom des premiers, je dirais qu'avant d'envisager les choses par leur côté en quelque sorte le plus mystérieux, il paraît logique de tenter de les prendre d'une façon plus simple, et je proposerais l'explication qui va suivre.

» L'énergie que nous ne produisons pas nous-mêmes par des moyens physiques, chimiques ou mécaniques, parmi lesquels sont les êtres vivants eux-mêmes, proviendrait pour ainsi dire exclusivement du Soleil, ainsi qu'on l'a toujours admis.

» Elle serait composée d'une infinité de rayons énergétiques divers et comprenant tous ceux que l'on rencontre dans la radiation des corps phosphorescents et radioactifs : ce qui semble d'ailleurs constaté.

» Ces rayons divers trouveraient chacun, parmi les différents corps qui constituent nos milieux, des molécules éparses aptes à les potentialiser *tels qu'ils sont*, c'est-à-dire aptes à les recevoir et à les fixer temporairement et spécifiquement sous forme d'énergie latente, quel que soit d'ailleurs le mécanisme de cette potentialisation spécifique qui sera exposé ultérieurement : le principe en cause serait que *la réceptivité d'un corps pour l'énergie (comme d'ailleurs sa transparence et son opacité) varierait avec sa nature et avec son état physique moléculaire, et aussi avec la nature et avec l'état physique moléculaire du corps qui émet l'énergie.*

» Mais il existerait des corps renfermant des molécules ou même entièrement constitués par des molécules possédant une réceptivité plus grande encore, pour ces divers rayons énergétiques, que les molécules éparses dont nous venons de parler : tels les corps phosphorescents, pour certaines radiations, et les corps radioactifs pour d'autres; et ces corps, introduits dans des milieux quelconques, les dépotentialiseraient à leur profit en attirant à eux leur énergie spéciale, et, de plus, concentreraient celle-ci dans l'espace relativement restreint que représente leur volume.

» Alors donc que notre œil ne pouvait percevoir cette énergie éparse, il le pourrait dès qu'elle serait ainsi concentrée sur un corps, et, par suite, le corps nous paraîtrait lumineux : de même qu'un corps visible pour un animal nyctalope et invisible pour nous peut, théoriquement, devenir visible pour nous si sa lumière est concentrée par une lentille.

» Et si l'énergie concentrée renfermait, avant sa concentration, des rayons à température élevée qui, épars, n'influaient qu'imperceptiblement sur la *température moyenne* du milieu, que les instruments de mesure enregistrent seule, le thermomètre, plongé dans ces rayons concentrés, indiquera nécessairement une température plus élevée que celle du milieu : de même que, dans un faisceau de rayons solaires émer-

geant d'une lentille convergente, on constate une température plus élevée que dans le faisceau incident.

» D'après ce qui précède, l'énergie des corps radioactifs serait donc à la fois puisée et émise dans leur milieu, probablement avec une certaine dégradation en jeu, grâce à la faculté à la fois réceptive et émissive de ces corps, ce qui conduirait sans doute à admettre une certaine dualité dans leur constitution ou leur composition moléculaire : le fait que les corps phosphorescents et radioactifs échappent à la loi de Kirchhoff semble d'ailleurs démontrer déjà cette dualité.

» Mais il existerait des substances chimiques vraisemblablement encore plus réceptives, pour les divers rayons d'énergie spécifique que les corps radioactifs attirent à eux, que ces corps eux-mêmes, tel le chlorure d'argent; et si l'on interposait une pareille substance, en couche suffisante, entre un corps radioactif et son milieu, par exemple en en entourant immédiatement et complètement le corps, le fonctionnement du mécanisme du renouvellement, de la réception et de l'émission des rayons serait, semble-t-il, rendu difficile ou même arrêté : ceci pourrait facilement faire l'objet d'une vérification expérimentale.

» Le principe particulièrement nouveau en jeu dans la présente théorie, mais qui ne serait pas en contradiction avec les grands principes à l'aide desquels s'est édifiée la science physique, serait la permanence du caractère spécifique propre à chacun des rayons énergétiques jusque dans leur potentialisation même. C'est-à-dire que l'*individualité des substances solaires, émissives de ces rayons, persisterait dans leur fixation potentielle ; et leurs raies spectrales, en conséquence de ce qui précède, devraient se retrouver dans l'énergie émise par les corps radioactifs* : le fait, ici également, semble avoir déjà été constaté par M. Ramsay; du moins en ce qui concerne l'hélium, qui, naturellement, a dû attirer particulièrement son attention. »

CHIMIE PHYSIQUE. — *Recherches expérimentales sur la distillation.* Note de MM. **Eug. Charabot** et **J. Rocherolles**, présentée par M. A. Haller.

« En 1863, M. Berthelot (¹) fixa le rapport des poids suivant lequel se vaporisent deux liquides mélangés. De notre côté, dans une précédente Note (²), nous avons étudié les variations que subit la valeur de ce rapport

---

(¹) Berthelot, *Ann. de Chim. et de Phys.*, 4e série, t. I, p. 384.

(²) Charabot et Rocherolles, *Comptes rendus*, t. CXXXV, p. 175.

lorsqu'on fait varier la température d'ébullition simultanée de deux substances non miscibles chauffées dans un même vase où elles se disposent en deux couches superposées. Nous nous proposons d'examiner maintenant le *cas où les deux substances sont contenues dans des vases différents :* l'une de ces substances est alors soumise à l'ébullition et ses vapeurs sont dirigées au sein de la seconde.

» Pour fixer les idées, nous supposerons que le corps le plus volatil soit soumis à l'ébullition et que ses vapeurs traversent la substance la moins volatile. D'ailleurs, le dispositif inverse ne présente aucun intérêt, car l'opération a pour but de réaliser la distillation d'une substance à une température sensiblement inférieure à son point d'ébullition grâce au concours d'une autre substance plus volatile.

» 1. Si le liquide traversé par la vapeur est maintenu à une température inférieure à celle à laquelle se produit l'*ébullition simultanée* des deux substances, cette vapeur se condensera; nous aurons alors deux liquides non miscibles superposés et la vapeur qui arrivera fournira la chaleur nécessaire pour produire l'ébullition simultanée des deux substances. Nous retomberons ainsi sur le cas examiné dans notre dernière Note. C'est ce que nous avons pu vérifier expérimentalement comme nous l'indiquerons dans un autre Recueil.

» 2. Le phénomène est tout à fait différent si la température à laquelle on maintient le liquide traversé par la vapeur est supérieure à la température à laquelle les deux substances entreraient simultanément en ébullition si elles se trouvaient dans un même vase. Supposons qu'il s'agisse de distiller avec un courant de vapeur d'eau une substance moins volatile que l'eau. La vapeur d'eau ne subira aucune condensation en arrivant au sein d'une masse liquide dont la température est supérieure à la température à laquelle les deux substances entrent simultanément en ébullition. Cette vapeur sera produite avec une tension égale à la pression h qui règne dans l'appareil. D'autre part, le corps moins volatil que l'eau, en présence d'un excès de liquide et en l'absence d'eau condensée, émettra des vapeurs saturantes. Ces vapeurs posséderont la tension φ correspondant à la température des vapeurs mélangées. La condensation du mélange de vapeurs ne pouvant se produire dans l'appareil distillatoire aura lieu uniquement dans le réfrigérant; et, le mélange étant constamment renouvelé, le phénomène sera continu.

» Le rapport entre le poids de la substance moins volatile que l'eau et le poids de l'eau que l'on condensera en même temps sera donné avec une

approximation suffisante par la formule : $\frac{P}{P'} = \frac{M\varphi}{M'h}$ dans laquelle M et M' désignent les poids moléculaires des deux substances.

» Ce raisonnement a été contrôlé à l'aide de plusieurs séries d'expériences effectuées soit avec l'eau et le géraniol, soit avec l'eau et l'essence de térébenthine. Nous nous bornerons à faire connaître ici les résultats de ces dernières.

» En opérant sous la pression atmosphérique ($746^{mm},5$) et chauffant l'essence de térébenthine à 108°, la température des vapeurs mélangées a été de 101°. Nous avons trouvé $\frac{P}{P'} = 1,6$ $\left(\text{calculé au moyen de la formule ci-dessus ; } \frac{P}{P'} = 1,4\right)$.

» Sous la pression de 38^{mm}, l'essence de térébenthine étant maintenue à 41°, la température des vapeurs mélangées était de 37° ; nous avons obtenu pour le rapport $\frac{P}{P'}$ la valeur 1,7 (valeur calculée : 1,9).

» Dans une opération effectuée sous la pression de 22^{mm}, l'essence de térébenthine étant portée à 52°-53°, nous avons obtenu un mélange de vapeurs à la température de 48° et la valeur 5,6 pour le rapport $\frac{P}{P'}$ (valeur calculée : 5,4).

» Il convient d'ajouter que, dans aucun de nos essais correspondant au cas examiné, nous n'avons observé la moindre condensation de vapeur d'eau dans le ballon renfermant la substance la moins volatile.

» Cette étude montre que l'on peut facilement faire varier entre des limites très étendues les proportions relatives de deux corps que l'on distille en même temps. *Le rapport $\frac{P}{P'}$ entre le poids de la substance la moins volatile et le poids de la substance la plus volatile que l'on recueille simultanément augmente : 1° lorsque la température à laquelle on maintient la seconde substance croît ; 2° lorsque la pression qui règne dans l'appareil décroît.* Ce rapport $\frac{P}{P'} = \frac{M\varphi}{M'h}$.

» On peut donc augmenter la valeur du rapport $\frac{P}{P'}$ de deux façons : 1° en augmentant la tension φ, sans atteindre toutefois la valeur h qui correspond à la température d'ébullition de la substance la moins volatile ; 2° en réduisant la pression h, c'est-à-dire en faisant le vide dans l'appareil.

» Il y a avantage à utiliser en même temps, dans les limites possibles, l'influence de ces deux facteurs de variabilité sur la valeur du rapport $\frac{P}{P'}$.

» Cette étude conduit à des applications nouvelles et particulièrement avantageuses de la distillation dans le vide. »

CHIMIE MINÉRALE. — *Sur les mangani-manganates alcalino-terreux.* Note de MM. V. Auger et M. Billy, présentée par M. H. Moissan.

« Nous avons soumis à une revision complète les travaux faits jusqu'ici sur les manganates alcalino-terreux, après avoir constaté que la plupart des recherches portant sur ces substances avaient été faites sans soumettre les produits obtenus à l'analyse. On a décrit jusqu'ici : un manganate de strontium (non analysé), un manganate de calcium (non analysé), un manganate de baryum MnO^4Ba et un manganate basique de baryum $2MnO^4Ba, BaO$. Tous ces produits ont été obtenus, sauf le manganate de baryum, par voie sèche, et à haute température, soit en calcinant MnO^2 avec un mélange de la base et de son azotate ou d'un chlorate; soit par calcination à l'air de la base avec MnO^2.

» Or, nous avons constaté : 1° qu'aucun des produits obtenus par ces méthodes ne possède la formule d'un manganate, mais que tous contiennent une quantité d'oxygène moindre que ne l'exige la formule $MnO^4\overset{II}{M}$; 2° que le manganate de calcium décrit par Dulaurier (¹) n'est qu'un mélange de chaux, de bioxyde de manganèse et de manganite de calcium.

» Nous attachant à obtenir des produits aussi purs que possible, nous avons fondu ensemble, à des températures variant de 180° à 250°, des mélanges de permanganate de potassium, de la base alcalino-terreuse et d'un mélange fusible de nitrates alcalins. Il se dégage de l'oxygène, et la masse verte obtenue, traitée par des solvants appropriés, laisse une poudre bleu vert insoluble dans l'eau, et qui, à l'analyse, correspond à la formule $Mn^2O^8\overset{II}{M}{}^3, H^2O$. Ces sels, auxquels on peut donner la formule développée

```
MnO ⟨ O.M.OH
      O
        \
         M
        /
      O
MnO² — O.M.OH
```

doivent être considérés comme une combinaison d'un manganite et d'un manganate; aussi, les nommerons-nous *mangani-manganates*. On peut leur adjoindre un sel alcalin, celui de lithine, qui se

(¹) Dulaurier, *Chem. N.*, t. XX, p. 240.

rapproche déjà, par tant de caractères, des alcalino-terreux. La lithine fournit, en effet, un sel possédant une formule analogue à la précédente.

» Nous étudierons spécialement, dans cette Note, le mangani-manganate de baryum.

» En dehors du manganate MnO^4Ba, on a préparé de diverses manières un manganate vert, nommé dans l'industrie *vert de Cassel*, et proposé comme pigment. Rosenstiehl (¹), qui en a donné une bonne préparation, lui a attribué la formule $2MnO^3BaO$. Nous l'avons préparé en suivant la méthode qu'il a indiquée et par plusieurs procédés différents, mais fournissant un produit identique. Voici le procédé le plus pratique pour obtenir ce produit pur.

» On évapore, dans un ballon assez vaste, une solution claire de baryte, jusqu'à consistance pâteuse; puis on incorpore à la masse un mélange équimoléculaire de nitrates de potasse et de soude, représentant environ cinq fois le poids de la baryte calculée sèche; enfin, lorsque le mélange est effectué, on introduit du permanganate de potassium pulvérisé, calculé de façon que 1^{mol} de $KMnO^4$ se trouve en présence de 4^{mol} de BaO. Enfin, on chauffe le tout au bain d'air, en faisant passer dans le ballon un courant d'air sec et pur pour chasser la vapeur d'eau. Lorsque la température a été maintenue assez longtemps vers 280°, la masse devient verte et cesse de dégager de l'oxygène; on laisse refroidir le contenu du ballon en tournant celui-ci, placé dans une position inclinée, pour répartir la masse fondue sur les parois, puis, après refroidissement, on procède à un lavage à fond, avec de l'eau distillée bouillie, d'abord à chaud, puis à froid. La masse verte obtenue est séchée au dessiccateur. On obtient le même produit en employant, au lieu de permanganate de potassium, du manganate de baryum, ou bien encore en soumettant à l'ébullition du manganate de baryum avec un excès d'eau de baryte et un peu d'alcool; dans ce dernier cas le produit obtenu semble moins pur que les précédents.

» *Analyse de la poudre verte* (manganate de baryte basique de Rosenstiehl, vert de Cassel) :

	Trouvé.	Calculé pour $Mn^2O^8Ba^3H^2O$.
MnO	19,2	21,3
BaO	71,2	68,8
O actif	6,7	7,2
H^2O (par diff.)	2,9	2,6
	100,00	99,9

» Notre produit contenait, en plus, du carbonate de baryum, dont on ne peut éviter la formation dans le cours des opérations ; CO^2 trouvé pour 100; 0,834. En défalquant du produit le carbonate de baryum trouvé ainsi, on obtient les chiffres suivants pour le produit pur : MnO 19,9, BaO 70,8, O actif 6,98, H^2O (par différence) 2,4. On

(¹) Rosenstiehl, *Sur une nouvelle couleur verte* (*Mémoires de l'Académie Stanislas*, Strasbourg, 1863-1864).

voit que, si l'analyse correspond à la formule $Mn^2O^8Ba^3H^2O$, elle n'en indique pas moins un excès assez notable de baryte dans le composé.

» Le rapport du manganèse à l'oxygène actif est, par contre, très exact :

» Théorie : $\frac{O^3}{Mn^2} : \frac{48}{110}$. Trouvé : $\frac{48}{110,3}$.

» Il est à remarquer que l'analyse de Rosenstiehl a dû être fort bien faite, car sa formule $Mn^2O^9Ba^3 = 665$ ne diffère de la mienne $Mn^2O^8Ba^3H^2O = 667$ que par l'oxygène actif. Les chiffres de MnO et BaO sont presque identiquement les mêmes, et l'erreur ne porte que sur l'oxygène actif, que ce savant n'a probablement pas songé à déterminer.

» Le mangani-manganate de baryum ne perdant pas son eau au rouge, nous n'avons pu la déterminer directement, mais on peut déterminer indirectement que le produit est hydraté; nous l'avons décomposé par l'acide sulfurique et calciné les sulfates formés. Poids des sulfates : pour 100, calculé pour $Mn^2O^8Ba^3$, 154,44; pour $Mn^2O^8Ba^3H^2O$, 150,1. Trouvé : 151,8.

» Nous publierons prochainement la préparation et les propriétés des mangani-manganates de chaux et de strontiane. »

CHIMIE MINÉRALE. — *Action de l'acide carbonique sur les solutions d'azotite de sodium*. Note de M. **Louis Meunier**, présentée par M. Moissan.

« Dans une Note parue dans les *Comptes rendus* du 28 décembre 1903, j'avais signalé que l'acide carbonique ne déplace pas l'acide azoteux dans les solutions d'azotite de sodium.

» MM. C. Marie et R. Marquis (1) ont prétendu démontrer l'inexactitude de ce fait par les trois expériences suivantes :

» 1° Un courant de gaz carbonique passant dans une solution d'azotite de sodium additionnée d'iodure de potassium et d'empois d'amidon libère l'acide nitreux qui détermine l'apparition d'une coloration bleue.

» 2° Une solution de nitrite de sodium, mélangée d'iodure de potassium, puis saturée d'acide carbonique, colore très nettement le chloroforme en violet.

» 3° Un courant de gaz carbonique traversant d'abord une solution d'azotite de sodium, puis passant dans un autre barboteur contenant de l'iodure de potassium amidonné, le colore très faiblement en bleu.

» Dans les deux premières expériences de MM. C. Marie et R. Marquis, *la mise en liberté très abondante d'acide nitreux est exclusivement due à la*

(1) *Comptes rendus*, 8 février 1904.

présence de l'iodure de potassium. On peut le prouver de la manière suivante :

» 1° On sature d'acide carbonique une solution d'azotite de sodium, et on la partage en deux parties; dans l'une d'elles seulement on verse un peu d'iodure de potassium, puis on les abandonne toutes deux pendant le même temps. On constate que la première solution ne tarde pas à jaunir par suite de la mise en liberté de quantités relativement considérables d'iode facilement décelable, soit par le chloroforme, soit par touches sur le papier amidonné. La seconde solution ne donne pas la moindre réaction d'acide nitreux sur papier iodo-amidonné, et cela, quel que soit le temps pendant lequel l'acide carbonique et le nitrite de sodium sont restés en présence.

» 2° On sature une solution d'azotite de sodium d'acide carbonique, on laisse en présence pendant 24 heures, en faisant passer à nouveau, de temps en temps, le courant gazeux; on constate par touches sur le papier iodo-amidonné qu'il n'y a pas la moindre trace d'acide nitreux libre. D'ailleurs, si l'on verse dans cette solution un mélange d'iodure de potassium et d'empois d'amidon, bien que ce réactif décèle très franchement et *immédiatement* jusqu'à $0^g,00001$ d'acide nitreux, on constate qu'il n'y a pas de coloration bleue et celle-ci ne se développe qu'avec le temps, ce qui prouve nettement que la mise en liberté d'acide nitreux ne commence à se produire qu'à partir du moment où la solution contient de l'iodure de potassium.

» Quant à la troisième expérience précédemment citée, elle prouve que l'azotite de sodium employé par MM. Marie et Marquis contenait de petites quantités de sels halogénés fonctionnant comme l'iodure de potassium dans les expériences précédentes.

» Il reste donc bien établi que l'acide carbonique ne déplace pas l'acide nitreux dans les solutions aqueuses d'azotite de sodium pur. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur la mannamine, nouvelle base dérivée du mannose.* Note de M. E. **Roux**, présentée par M. A. Haller.

« Dans une première Communication (1), relative à la glucamine, nous avons montré, M. Maquenne et moi, que les oximes des sucres réducteurs se laissent transformer, par hydrogénation, en bases alcooliques primaires. J'ai décrit, depuis, la galactamine, l'arabinamine et la xylamine, que l'on obtient de même, en traitant par l'amalgame de sodium les oximes correspondantes (2).

(1) Maquenne et Roux, *Comptes rendus*, t. CXXXII, p. 980.

(2) Roux, *Comptes rendus*, t. CXXXIV, p. 291; t. CXXXV, p. 691; t. CXXXVI, p. 1079.

» La réduction de la mannosoxime m'a donné, également, une base nouvelle, la *mannamine*, qui représente, d'après la notation de M. Maquenne, *l'amino-1-hexanepentol* $\frac{4.5}{2.3}$ 6;

$$\begin{array}{ccccccccccc} & & & & H & & H & & OH & & OH \\ & & & & | & & | & & | & & | \\ AzH^2 & - & CH^2 & - & C & - & C & - & C & - & C & - CH^2OH. \\ & & & & | & & | & & | & & | \\ & & & & OH & & OH & & H & & H \end{array}$$

» *Préparation.* — La mannosoxime s'obtient facilement en traitant par l'hydroxylamine le sirop de mannose brut qui se forme dans l'hydrolyse de l'ivoire végétal. La réduction se fait comme pour la glucamine, et la base est également séparée à l'état d'oxalate. 100^g de poudre de corrozo donnent ainsi, successivement, 57^g d'oxime et 39^g d'oxalate de mannamine.

» *Propriétés.* — Les propriétés générales de la mannamine sont celles de ses isomères déjà décrits, toutefois elle ressemble beaucoup plus à la glucamine qu'à la galactamine. Elle se présente sous la forme d'une masse incolore de texture cristalline, très soluble dans l'eau, assez soluble dans l'alcool qui fond vers 139° et dont la saveur, extrêmement caustique, est assez nettement sucrée. Son pouvoir rotatoire $[\alpha]_D$, en solution aqueuse à 10 pour 100, est de $-2°$, sans multirotation.

» Son action sur les sels métalliques est semblable à celle de ses isomères; toutefois, elle précipite le sulfate de nickel et donne avec le bichlorure de mercure un produit blanc, amorphe, insoluble dans un excès de base.

» M. Maquenne a montré, récemment (¹), que la mannamine se forme, en même temps que la glucamine, lorsqu'on réduit l'isoglucosamine par l'amalgame de sodium, conformément aux prévisions de la théorie.

» Nous décrirons ici quelques-uns de ses sels et de ses dérivés :

» *Oxalate neutre :* $(C^6H^{13}O^5AzH^2)^2C^2O^4H^2$. — Ce sel, très soluble dans l'eau, insoluble dans l'alcool, cristallise facilement dans l'alcool à 60° en lamelles brillantes, ayant la forme de losanges, fusibles à 186°. Chauffé quelque temps au-dessus de son point de fusion, il perd 1^{mol} d'eau et se transforme en dimannoxamide. En solution aqueuse à 10 pour 100, il présente un pouvoir rotatoire $[\alpha]_D$ de $+4°25$.

» *Sulfate :* $SO^4(AzH^3C^6H^{13}O^5)^2$. — Cristallise en lamelles naviculaires, très solubles dans l'eau et insolubles dans l'alcool.

» *Chlorhydrate :* $HCl.AzH^2C^6H^{13}O^5$. — Cristallise en aiguilles arborescentes très solubles dans l'eau et insolubles dans l'alcool.

(¹) MAQUENNE, *Comptes rendus*, t. CXXXVII, p. 658.

» *Chloroplatinate :* $(C^6H^{13}O^5AzH^2.HCl)^2PtCl^4$. — Poudre cristalline jaune clair, formée d'aiguilles prismatiques groupées en houppes, peu soluble dans l'alcool.

» *Dimannoxamide :* $\begin{array}{l}CO - AzHC^6H^{13}O^5 \\ \vert \\ CO - AzHC^6H^{13}O^5\end{array}$. — Obtenue par l'action de la chaleur sur l'oxalate. Elle est formée de minces lamelles hexagonales, assez solubles dans l'alcool et dans l'eau, qui fondent nettement à 218°-219°.

» *Benzalmannamine :* $C^6H^5CH = AzC^6H^{13}O^5$. — Obtenue par réaction directe de l'aldéhyde benzoïque bouillante sur la mannamine. Elle se dépose, par addition d'alcool, en petits cristaux naviculaires, dont l'axe est déformé en S, qui fondent à 183° au bloc Maquenne, en se décomposant. Ce corps est peu soluble dans l'alcool. L'eau le décompose rapidement, même à froid, en régénérant ses éléments.

» *Acétylacétone-mannamine :* $\begin{array}{l}CH^3 - CO - CH^2 \\ \qquad\qquad\quad CH^3\end{array}\!\!\!>C = AzC^6H^{13}O^5$. — Obtenue par réaction de l'acétylacétone bouillante sur la mannamine. Elle cristallise en aiguillles extrêmement fines et longues, groupées en pinceaux, fusibles à 172°. Très soluble dans l'eau, qui ne l'altère pas, elle est assez soluble dans l'alcool. Les acides étendus l'hydrolysent rapidement à l'ébullition.

» *Mannamine-urée :* $AzH^2 - CO - AzHC^6H^{13}O^5$. — Préparée par réaction du cyanate de potasse sur le sulfate de mannamine, elle est formée de fines aiguilles prismatiques, groupées en houppes, fusibles à 97°-98°. Elle est très soluble dans l'eau et peu soluble dans l'alcool. Par une chauffe ménagée, ce corps se décompose en dégageant de l'eau et du carbonate d'ammoniaque; le résidu, à peine coloré, incristallisable, ne réduit pas la liqueur de Fehling. L'hypobromite de sodium décompose cette urée à la façon de ses isomères.

» *Mannamine-phénylurée :* $C^6H^5AzH - CO - AzHC^6H^{13}O^5$. — L'isocyanate de phényle, en quantité théorique, réagit sur la mannamine en solution dans la pyridine bouillante, et donne une phénylurée, qui cristallise en lamelles allongées, de forme trapézoïdale, peu solubles dans l'alcool et dans l'eau, fusibles à 202°.

» Avec le carbanile en excès, on obtient une phényluréthane vraisemblablement pentacarbamique, qui présente cette particularité d'être aussi soluble dans l'alcool que la diphénylurée qui se forme en même temps qu'elle et dont on ne peut la séparer. Cette propriété la distingue de ses isomères connus, qui sont à peu près insolubles dans tous les réactifs.

» *Mercapto-mannoxazoline :* $HS - C\begin{array}{l}\nearrow Az - CH^2 \\ \qquad\quad\ \vert \\ \searrow O\ - CH - (CHOH)^3 - CH^2OH\end{array}$. — Nous avons montré, M. Maquenne et moi, que le sulfure de carbone réagit à chaud sur les polyoxyamines, en donnant des mercapto-oxazolines (¹). Le corps obtenu par l'aotion de ce réactif sur la mannamine est formé de petits cristaux prismatiques, fusibles à 216°, assez solubles dans l'eau bouillante et peu solubles dans l'alcool. Il donne, avec le nitrate d'argent en excès, un dérivé insoluble, cristallisant lentement en petites aiguilles, analogue à celui que donne, dans les mêmes conditions, son isomère dérivé de la glucamine. »

(¹) MAQUENNE et ROUX, *Comptes rendus*, t. CXXXIV, p. 1589.

CHIMIE ORGANIQUE. — *Recherches sur la ricinine.* Note de MM. **L. Maquenne** et **L. Philippe**, présentée par M. A. Haller.

« La ricinine, découverte par Tuson, en 1864 (1), dans les semences du ricin, puis retrouvée par Schulze, en 1897 (2), dans les jeunes pousses de la même plante, n'a été jusqu'à présent l'objet d'aucune étude approfondie. Sa composition, encore indécise, a été successivement représentée par les formules $C^{17}H^{18}Az^{4}O^{4}$ [Soave (3)], $C^{12}H^{13}Az^{3}O^{3}$ (Schulze) et $C^{16}H^{18}Az^{4}O^{4}$ [Évans (4)]; quant à sa structure moléculaire, on sait seulement, d'après Soave, qu'elle représente l'éther méthylique d'un acide particulier, l'acide *ricininique*, auquel cet auteur attribue la composition $C^{15}H^{14}Az^{4}O^{4}$, également inexacte.

» *Préparation.* — La ricinine que nous avons employée dans ces recherches a été extraite du tourteau de ricin commercial, par épuisement méthodique à l'eau bouillante; pour l'isoler de sa dissolution on concentre jusqu'à consistance de sirop épais, on épuise celui-ci par l'alcool, on évapore à nouveau dans le vide et l'on traite le résidu par le chloroforme bouillant, qui s'empare de la ricinine et l'abandonne par évaporation à l'état cristallin. On purifie par deux nouvelles cristallisations, d'abord dans le chloroforme alcoolique, puis dans l'eau.

» Avec 124kg de tourteau, nous avons ainsi obtenu 250g de ricinine sensiblement pure, fusible à 201°,5 (corr.), et possédant tous les caractères reconnus déjà par les anciens auteurs.

» *Composition et saponification.* — A l'état de pureté complète la ricinine donne à l'analyse des nombres qui concordent exactement avec la formule $C^{8}H^{8}Az^{2}O^{2}$. Par saponification potassique et distillation au serpentin Schlœsing, elle fournit pratiquement 18,6 pour 100 d'alcool méthylique pur (théorie : 19,5 pour une molécule), dont l'iodhydrine passe en totalité entre 43° et 44°.

» La solution alcaline, additionnée d'acide chlorhydrique, donne un abondant précipité d'acide ricininique. Après cristallisation dans l'eau chaude, ce corps se présente sous la forme de fines aiguilles brillantes, presque insolubles dans l'eau froide, solubles dans 100 parties d'eau bouillante, qui se décomposent vers 320° sans subir de fusion préalable.

» La composition de l'acide ricininique est représentée par la formule brute

(1) *Journ. prakt. Chemie*, t. XCIV, p. 444.
(2) *Berichte*, t. XXX, p. 2197.
(3) *Bull. Soc. chim.*, t. XIV, 1895, p. 835.
(4) *Centralblatt*, t. I, 1900, p. 612.

$C^7H^6Az^2O^2$, ainsi qu'on pouvait le prévoir d'après l'analyse et le rapport de saponification de la ricinine. Sa faible solubilité dans les réactifs neutres se prête mal aux déterminations de poids moléculaire; pour établir définitivement cette formule, il fallait le dédoubler en produits plus aisément déterminables, c'est à quoi nous avons réussi par une méthode très simple.

» *Dédoublement de l'acide ricininique.* — L'acide ricininique se décompose avec régularité et sans coloration sensible lorsqu'on le chauffe en tubes scellés avec cinq fois son poids d'acide chlorhydrique fumant, à 150°. Il se développe une forte pression de gaz carbonique et la liqueur cristallise entièrement par évaporation : on obtient ainsi un mélange de sel ammoniac et d'un chlorure complexe, facile à extraire par l'alcool absolu dans lequel il est extrêmement soluble.

» Ce nouveau corps cristallise dans l'eau sous la forme de prismes volumineux, d'une transparence parfaite, qui répondent à la formule $C^6H^7AzO^2, HCl + 2H^2O$ et fondent sur le bloc à 65°-70°, en se déshydratant.

» Il s'effleurit à l'air et devient rapidement anhydre dans l'étuve à 110°, en perdant une trace d'acide chlorhydrique; il ne fond plus alors qu'à 155°-160°.

» 38^g d'acide ricininique ont ainsi donné 12^g,5 de chlorhydrate d'ammoniaque pur, exempt d'alkylamines, et environ 45^g de produit soluble dans l'alcool, ce qui, en tenant compte des pertes, correspond presque au rendement théorique.

» La base de ce dernier sel peut en être facilement séparée par l'oxyde d'argent, ou mieux par l'ammoniaque : dans ce cas on évapore le mélange à sec et l'on reprend par l'alcool fort, qui s'empare du produit cherché. Par évaporation de la solution aqueuse celui-ci cristallise sous la forme d'aiguilles incolores, renfermant une molécule d'eau de cristallisation, facilement solubles dans l'eau chaude et l'alcool, presque insolubles dans l'eau glacée, qui fondent vers 80° à l'état hydraté et à 170°-171° après dessiccation. Elles possèdent alors la formule prévue $C^6H^7AzO^2$, que l'on a expressément vérifiée par ébullioscopie dans l'alcool (trouvé $M = 130$).

» Le dédoublement de l'acide ricininique se produit donc suivant l'équation très simple

$$C^7H^6Az^2O^2 + 2H^2O = AzH^3 + CO^2 + C^6H^7AzO^2.$$

» Le dernier de ces corps, modifiable seulement par voie de substitution, renferme vraisemblablement une chaîne fermée et comme, d'autre part, il colore fortement en rouge les solutions étendues de chlorure de fer, nous croyons pouvoir le définir comme une méthyldioxypyridine ou méthyloxypyridone $C^5H^4AzO^2(CH^3)$.

» Il ressemble d'ailleurs beaucoup au composé, décrit sous le même nom et avec la même formule, qui a été obtenu par Ost et Bellmann en réduisant le chlorure de l'acide coménamique par l'étain et l'acide chlorhydrique. La question de l'identité possible de ces deux corps ne peut être résolue que par une comparaison attentive de leurs dérivés; c'est une étude qui nous occupe actuellement.

» *Constitution de la ricinine.* — Les réactions très nettes que nous venons de décrire montrent que l'acide ricininique est probablement le dérivé carboxylé d'une iminométhylpyridine; nous sommes donc conduits à envi-

sager la ricinine et ses produits de dédoublement comme des combinaisons cycliques, dont les formules seraient

Méthyloxypyridone.	Acide ricininique.	Ricinine.
CO	C—AzH	C—AzH
CH / \ C(OH)	CH / \ C	CH / \ C
CH^3 — C \ / CH	CH^3 — C \ / C — CO^2H	CH^3 — C \ / C — CO^2CH^3,
AzH	Az	Az

sous réserve expresse des positions attribuées aux groupes substituants, qui ne sauraient encore être établies avec certitude. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur l'inversion du sucre.* Note de M. L. **Lindet**, présentée par M. Schlœsing.

« On admet que l'inversion du sucre par l'eau seule à 100°, sans addition d'acides ou de sels, est due aux propriétés très légèrement acides de celui-ci; M. Prinsen-Geerlisch a reconnu que l'inversion s'accélère par la formation même du glucose et du lévulose, qui sont plus acides que le saccharose; le fait, d'ailleurs, a été vérifié par M. Thorwald Madsen et par M. Cohen, qui ont étudié la vitesse de saponification par la soude de l'acétate de méthyle, en présence de différents sucres.

» Les travaux de MM. Raymann et Sulc font connaître que le sucre ne s'invertit pas dans le verre et qu'il fournit au contraire des sucres réducteurs en présence du cuivre, de l'argent et des métaux de la famille du platine; pour ces savants, ces métaux agissent par *catalyse*, en *exaltant l'action inversive de l'eau*. Dans un vase de cuivre ou d'argent, il se fait en outre une petite quantité d'acide; il ne s'en produit pas dans un vase de platine. M. Carl Kullgren a également constaté la formation d'un acide par la décomposition du sucre.

» J'ai l'honneur de soumettre à l'Académie un certain nombre d'expériences qui contrôlent et généralisent ces derniers faits et en donnent une explication plus précise. Pour rendre ces expériences comparables, je me suis placé dans des conditions identiques: chauffage dans l'eau bouillante, pendant 4 heures, d'une solution sucrée à 10 pour 100 (¹).

(¹) J'ai été, au début de ce travail, aidé par M. Meunier, attaché à mon laboratoire, que je tiens à remercier.

» I. J'ai d'abord vérifié, grâce à l'obligeance de M. Dongier, qui a bien voulu me servir de collaborateur, la différence d'acidité que présentent les sucres, en mesurant leur conductibilité électrique. M. Ostwald a montré en effet que l'énergie inversive des acides est en raison de leur conductibilité électrique, c'est-à-dire de leur dissociation électrolytique et du nombre d'ions H en liberté; on pourrait ajouter, en raison de la chaleur dégagée par la formation de leurs sels et en raison inverse de leur dissociation chimique. J'ai constaté que la conductibilité de l'eau distillée étant 1, celle du saccharose est 1,3, celle du lévulose, de 3,7, celle du glucose, de 5,1.

» L'addition à du saccharose de $\frac{1}{3000}$ de sucre inverti augmente d'ailleurs du simple au double l'auto-inversion; et les différents sucres raffinés du commerce donnent des résultats variables avec leur teneur en glucose.

» II. Si le vase dans lequel se fait l'inversion est en verre, surtout en verre blanc, le liquide enlève à celui-ci une quantité de silicates alcalins suffisante pour saturer la légère acidité des sucres, retarder ou même arrêter la formation du sucre inverti.

» On constate qu'une même fiole, chauffée avec des solutions chaque fois renouvelées, donne des quantités de sucres réducteurs qui sont entre elles comme 1, 4, 5, et se maintiennent ensuite à ce niveau; cet *amorçage* peut être fait en épuisant, pour ainsi dire, la fiole à l'eau bouillante ou à l'eau acide; l'inversion atteint alors du premier coup le maximum, c'est-à-dire qu'elle est 4 à 6 fois plus forte qu'elle serait dans une fiole neuve.

» III. Si l'on emploie, pour éviter les inconvénients que le verre présente, des vases métalliques, on obtient des résultats qui varient de 1 à 20. Cette observation m'a amené à étudier l'action des métaux sur l'inversion, en introduisant ces métaux à l'état de grenailles ou de tournure dans l'eau sucrée; les expériences ont été faites dans des fioles *équilibrées,* c'est-à-dire choisies parmi celles qui, après un chauffage préalable, ont fourni une même quantité de sucre inverti. J'ai constaté alors que certains métaux activent beaucoup l'inversion (Cu, Pb, Sn, Bi, ...), d'autres l'activent légèrement (Al, Sb, ...), d'autres sont indifférents (Ni, Cr, As, Au, Pt, Ag, Hg, ...), d'autres, enfin, la retardent (Co, Fe, Zn, Cd, Mg, ...).

» Pour expliquer ces différences d'action il convient de prendre en considération plusieurs phénomènes superposables.

» Le premier de ces phénomènes est la formation, au contact de l'eau aérée, d'hydrates d'oxydes; quand on agite, à la température ordinaire, de l'eau distillée avec de la tournure de cuivre, on constate rapidement la dissolution de traces de cuivre; celles-ci, à la limite de sensibilité du réactif de Bach ($\frac{1}{10000000}$), déterminent, dans une solution sucrée, une inversion deux fois plus rapide que si le sucre avait été dissous dans l'eau distillée. La même expérience peut être faite avec l'étain et le plomb. Les hydrates d'oxyde sont donc capables d'accélérer l'inversion, même à l'état de traces, peut-être en transportant H^2O sur le saccharose pour se réhydrater incessamment, peut-être en agissant à la façon des acides aisément dissociables

(leur présence augmente en effet notablement la conductibilité de l'eau), peut-être enfin en formant des sucrates instables également.

» En chauffant au moins pendant 10 heures de l'hydrate de cuivre en présence du saccharose, j'ai obtenu, probablement par la réduction du sucre, des traces d'acide, que j'ai séparé de son sel de cuivre par H^2S; les oxydes de plomb et de zinc ne m'ont rien donné dans les mêmes conditions. Ces sels, si l'on admet leur existence avant que les réactifs les plus sensibles puissent les déceler, activent l'inversion, à la façon des sels dissociables ($ZnCl^2$, $CaCl^2$, $SrCl^2$, AzH^4Cl), sur lesquels M. Berthelot a le premier, en 1852, appelé l'attention.

» Le retard apporté à l'inversion par certains métaux (Zn, Mg, etc.) s'explique encore par la formation d'hydrates d'oxyde; ceux-ci sont alcalins, et, si l'on remonte plus haut dans la série des métaux, on trouve les métaux alcalino-terreux et alcalins, dont l'action est absolument paralysante; l'influence du verre en est la preuve.

» D'autres métaux sont indifférents (Pt, Au, Ag, Hg, etc.) parce que, dans ces conditions, ils ne forment pas d'oxydes.

» Les résultats que l'on obtient en chauffant les solutions sucrées dans des vases métalliques viennent confirmer le rôle des hydrates. Si le liquide est aéré, l'inversion est plus active que si le liquide a été au préalable bouilli. Un vase d'aluminium donne des inversions de plus en plus fortes parce que ses parois se recouvrent d'alumine, qui est activante. On le *désamorce* en le lavant à l'acide sulfurique. Si l'on écrouit le métal, on le rend moins poreux et moins attaquable, et l'inversion se ralentit; si, au contraire, on le frotte avec du papier émeri, l'inversion s'accélère.

» On ne peut s'empêcher de remarquer que les métaux possèdent, vis-à-vis de l'inversion, des propriétés d'autant plus actives que la chaleur dégagée par la formation de leurs composés est plus faible, et que la tendance à la dissociation chimique est plus grande. On constate d'autre part que ces mêmes métaux provoquent d'autant plus l'inversion que leurs composés sont moins sensibles à la dissociation électrolytique, dégagent moins de chaleur pour leur ionisation, et ont une tension moindre de dissolution électrolytique. Je me borne pour le moment à établir ces simples rapprochements. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur l'existence simultanée dans les cellules vivantes de diastases à la fois oxydantes et réductrices et sur le pouvoir oxydant des réductases. Réclamation de priorité.* Note de M. **Emm. Pozzi-Escot.** (Extrait.)

« MM. Abelous et Aloy viennent de communiquer, à l'Académie, deux Notes sur l'existence d'une diastase oxydo-réductrice dans les cellules vivantes; je demande l'autorisation à l'Académie de lui faire remarquer que ces Notes sont la confirmation de recherches antérieures que j'ai eu l'honneur de lui communiquer à diverses reprises (*Comptes rendus*, t. CXXXIV, p. 862, 1006, 1258) et que j'ai publiées dans divers autres Mémoires, en 1902-1903.

» Ces Auteurs montrent que les ferments réducteurs peuvent emprunter l'oxygène d'un sel oxygéné et le faire servir à des oxydations; c'est un point sur lequel j'ai beaucoup insisté moi-même lors de mes recherches sur les diastases réductrices et qui a été mis en évidence par M. le professeur Armand Gautier dans un Rapport qu'il voulut bien faire en présentant mes recherches à l'Académie de Médecine (*Bull. Acad. de Méd.*, 3e série, t. XLVII, 25 mars 1902, p. 400). »

BOTANIQUE. — *Sur le développement des Cryptogames vasculaires.* Note de M. G. **Chauveaud**, présentée par M. Ph. Van Tieghem.

« L'œuf des Cryptogames vasculaires (Exoprothallées de M. Van Tieghem) se divise, comme on sait, par deux cloisons successives, en quatre quartiers, qui deviennent respectivement : le pied, la première racine, la première feuille et la tige. Ces quatre parties naissant directement de l'œuf ont donc, sous ce rapport, une valeur équivalente; tandis que chez les Phanérogames (Endoprothallées de M. Van Tieghem), la première racine et la première feuille seraient subordonnées à la tige, qui seule naîtrait directement de l'œuf.

» Ce défaut de concordance nous paraît provenir de ce que la portion de plante appelée *tige* n'est pas autonome au même degré que la feuille ou la racine. Nous avons déjà fait voir que, chez l'Oignon (1) par exemple,

(1) G. Chauveaud, *Passage de la position alterne à la position superposée de l'ap-*

parmi les Phanérogames, la première racine et la première feuille ne sont pas plus subordonnées à la tige que la première racine et la première feuille des Cryptogames vasculaires. Dans la présente Note nous nous proposons de signaler la nature complexe de la tige des Cryptogames vasculaires, d'après nos recherches sur le développement de ces plantes.

» Les premiers cloisonnements des quatre quartiers issus de l'œuf d'une Fougère, par exemple, forment ensemble un premier méristème qui, par différenciation, donne : 1° un pied ; 2° une première racine ; 3° une première feuille ; 4° une portion non différenciée. La première racine (¹) et la première feuille constituent une première plantule reliée aux parties précédentes (prothalle) par le pied. Entre ce pied et la première feuille se trouve la portion non différenciée, sous forme d'un petit mamelon à peine saillant.

» Quand la première feuille a atteint son développement presque complet, ce petit mamelon entre en voie de cloisonnement actif, formant un second méristème qui, par différenciation, donne : 1° une portion qui continue le pied ; 2° une seconde racine ; 3° une seconde feuille ; 4° une portion non différenciée. La seconde racine et la seconde feuille constituent une deuxième plantule semblable à la première, et, comme elle, reliée aux parties précédentes par la portion qui continue directement le pied dont elle a la structure. Si, pour cette raison, nous donnons aussi le nom de *pied* à cette portion intermédiaire, nous dirons que le second méristème donne : 1° un pied ; 2° une seconde feuille ; 3° une seconde racine ; 4° une portion non différenciée. Ces quatre parties occupent, l'une par rapport à l'autre, une position semblable aux quatre premières, car, entre la seconde feuille et son pied se trouve située la portion non différenciée, sous forme d'un petit mamelon à peine saillant.

» Quand la seconde plantule a atteint un certain développement, ce mamelon entre en voie de cloisonnement actif, formant un troisième méristème qui, par différenciation, donne : 1° un pied ; 2° une troisième racine ; 3° une troisième feuille ; 4° une portion non différenciée. La troisième racine et la troisième feuille constituent une troisième plantule, semblable aux deux premières et, comme elles, reliée aux parties précédentes par son pied. Entre ce pied et la troisième feuille se trouve la portion non différenciée qui, un peu plus tard, entre en voie de cloisonnement actif, formant un quatrième méristème, lequel se comporte comme les précédents, et ainsi de suite. *La Fougère s'édifie donc par une succession de plantules élémentaires* (*racine-feuille*), *reliées entre elles par leurs pieds.*

» Ce mode de formation peut être constaté aisément, au début du développement, en particulier dans les plantes, telles que le *Polypodium Preslianum*, où le développement est très lent, parce que les premières plantules demeurent nettement séparées.

---

pareil conducteur avec destruction des vaisseaux centripètes primitifs dans le cotylédon de l'Oignon (Allium Cepa) (*Bulletin du Mus. d'Hist. nat.*, 1902, p. 55).

(¹) Contrairement à l'opinion de Campbell, la première racine a, comme les racines suivantes, deux faisceaux libériens et deux faisceaux ligneux, et la première feuille possède des tubes criblés.

Mais, peu à peu, ce mode de formation devient beaucoup moins évident, par suite de l'accélération du développement, qui entraîne la fusion plus ou moins grande des plantules successives.

» En effet, tandis que la deuxième plantule ne commence à se différencier qu'après le développement presque complet de la première, la cinquième peut commencer déjà à se différencier, alors que la quatrième est à peine ébauchée. Il en résulte que la croissance intercalaire de la première plantule élevant notablement le second méristème, la deuxième plantule, qui en provient, naît à une notable distance (dans le temps et dans l'espace) de la première, dont elle demeure nettement séparée; tandis que la croissance intercalaire n'ayant pas le temps d'agir sur la quatrième plantule, la cinquième naît à une faible distance (dans le temps et dans l'espace) de cette dernière, et une fusion se produit entre leurs parties voisines. Il en résulte aussi que l'angle d'insertion, qui est de 180° entre la seconde feuille et la première, devient beaucoup plus petit entre les feuilles suivantes. Enfin, si nous ajoutons que le nombre des éléments cellulaires augmente, à chaque génération nouvelle, on comprendra facilement que ces générations, prenant naissance à des niveaux de plus en plus rapprochés, provoquent un accroissement très rapide, dans le sens transversal, du corps formé par l'ensemble de leurs parties ainsi fusionnées.

» Ce corps constitue ce qu'on appelle la *tige*, et sa structure, on le voit, se complique de plus en plus avec l'âge. En effet, si l'on fait dans cette tige une série de coupes transversales, on constate qu'elle est formée, à sa partie inférieure, mi-partie par le pied, mi-partie par la base de la première feuille; tandis que, à un niveau plus élevé, elle peut être formée par plusieurs pieds, par plusieurs bases de feuilles et par plusieurs bases de racines.

» *En résumé*, la tige des Fougères est constituée par la fusion de parties différentes, en nombre variable suivant le niveau considéré [1]. »

BOTANIQUE. — *De la place systématique des endophytes d'Orchidées.* Note de M. I. Gallaud, présentée par M. Gaston Bonnier.

« La nature des champignons qui habitent les racines d'Orchidées paraît être bien connue. Reissek, Wahrlich, Vuillemin, Chodat et Lendner, Bernatsky, N. Bernard ont retiré de racines d'Orchidées variées un mycélium à chlamydospores et à conidies de forme *Fusarium* ou de forme voisine, donnant parfois des périthèces qu'on a pu ranger dans les genres voisins

[1] Dans cette esquisse générale du développement, nous n'avons signalé aucune des modifications qui peuvent se produire, soit par réduction, soit par addition de certaines parties, ces modifications d'ordre secondaire devant être décrites, en détail, pour chaque plante en particulier.

des *Hypomyces* et des *Nectria*. Quelques auteurs ont vu des chlamydospores dans l'intérieur même des tissus (cellules du voile ou poils absorbants).

» J'ai rencontré aussi dans les cellules du voile de certaines Orchidées (*Cypripedium barbatum*, *Dendrobium Pierardi*) des chlamydospores; les filaments dont elles dépendent pénètrent très avant dans l'écorce; néanmoins il est impossible d'établir de façon certaine leur continuité avec les filaments habitant normalement les racines et formant les véritables endophytes des Orchidées.

» Des expériences ont d'ailleurs confirmé ces observations. De racines de *Cypripedium barbatum* conservées en milieu humide j'ai pu retirer un mycélium à spores *Fusarium* typiques qui, reporté sur des racines de cette Orchidée, y a pénétré abondamment; il a envahi tout le voile et même les cellules de l'écorce proprement dite, mais à la façon d'un simple saprophyte allant droit son chemin, traversant les cellules sans s'y arrêter et sans donner aucun de ces pelotons d'hyphes enroulées caractéristiques des endophytes d'Orchidées.

» J'ai également repris les essais d'isolement du mycélium des mycorhizes sur un très grand nombre de plantes. La méthode employée par tous les auteurs cités plus haut est due à Wahrlich : elle consiste à abandonner en milieu humide des coupes minces de racines ou même des racines entières préalablement lavées à l'eau bouillie. Quelques auteurs plus récents aseptisent au sublimé la surface des racines.

» Il est exact qu'on obtient ainsi presque toujours un *Fusarium*, mais on l'obtient tout aussi sûrement en partant des racines non infestées que de celles qui le sont abondamment; bien plus, de rhizomes et de tiges aériennes (qui, on le sait n'hébergent pas d'endophytes), d'écorces d'arbres, de morceaux de bois mort, de débris de terre prélevés en des endroits très variés, j'ai pu retirer de nombreux *Fusarium*. Les champignons à spores *Fusarium* sont donc très répandus dans la Nature et ailleurs que sur les racines; ils sont aussi fréquents et aussi ubiquistes que les *Mucors* et comme eux se développent sur des milieux très différents. Leurs spores germent très vite (parfois au bout de 2 heures) et donnent un mycélium très abondant et très vigoureux qui masque ou arrête le développement des autres Mucédinées. Ces propriétés spéciales (ubiquité, rapidité et puissance du développement) expliquent sa présence presque constante dans les isolements. Mais, si l'on a soin d'attendre assez longtemps, on peut retirer des mêmes cultures, qui ont donné le *Fusarium*, bien d'autres formes mycéliennes appartenant à des groupes très variés. Certaines Mucédinées, telles que les *Trichoderma*, sont presque aussi fréquentes dans les cultures vieillies que le *Fusarium* au début.

» Ces résultats montrent que les méthodes de lavage des racines à l'eau stérile ou à l'eau sublimée (sublimé à 1 pour 1000 agissant pendant quelques minutes) sont insuffisantes pour entraîner ou tuer toutes les spores que les racines logent dans les nombreuses anfractuosités de leur surface. En prolongeant le séjour des racines dans l'eau sublimée ou en augmentant la teneur en bichlorure, on peut être certain d'arriver à aseptiser la surface des racines : un séjour de 4 à 5 minutes dans l'eau

sublimée à 1 pour 100 suffit; mais, si la racine est mince, on tue l'endophyte en même temps que les spores superficielles.

» Pour éviter cet inconvénient, j'ai pris de grosses racines de *Limodorum abortivum* ayant jusqu'à 2^{cm} de diamètre et où l'endophyte pénètre très profondément. Dans ces conditions, si les cellules superficielles sont atteintes et leur contenu tué par le sublimé, il paraît certain que les cellules plus internes sont respectées (¹). Ces racines, traitées par le sublimé à 1 pour 100 pendant 4 minutes, abondamment lavées à l'eau stérile, puis mises sur divers milieux nutritifs, propres au développement des *Fusarium*, n'ont jamais donné traces de formations mycéliennes externes.

» J'ai d'ailleurs opéré d'une façon encore plus rigoureuse en évitant l'emploi du sublimé. Avec l'instrument qui a permis à MM. Matruchot et Molliard (²) de prélever *aseptiquement* des portions de tissus vivants à l'intérieur des plantes, j'ai obtenu, sur des racines de *Neottia* et de *Limodorum*, des fragments assez volumineux, *vivants* et *renfermant comme champignons uniquement les endophytes* logés dans les cellules. Ces fragments, conservés en tubes stériles sur milieux nutritifs variés, sont restés plusieurs semaines sans changements et n'ont jamais donné lieu à un développement de mycélium. D'autre part, des coupes fines de ces mêmes plantes, mises en culture dans des cellules de Van Tieghem et suivies jour par jour au microsoope, ont également montré que les endophytes ne poussent pas dans ces conditions. On peut donc affirmer qu'ils ne sont pas identiques aux *Fusarium* qui se développent si abondamment et si rapidement sur la surface des racines mal aseptisées.

» Cette conclusion ressort encore des nombreux essais d'infections artificielles que j'ai tentées avec les *Fusarium* retirés des racines infestées. Il est assez facile, en stérilisant des graines ou même des bulbes au sublimé et en les faisant germer en tubes stériles, d'avoir des plantes poussant aseptiquement. J'ai ainsi obtenu des plantules d'Asperge, de *Ruscus*, de *Scilla*, de Pois, de Haricot, de Lupin à partir de graines, d'Ail et de *Muscari* à partir de bulles. En leur ajoutant des *Fusarium* retirés soit des plantes correspondantes, soit d'autres plantes, il ne s'est jamais produit d'infection rappelant celle des mycorhizes.

» Dans toutes ces expériences, les *Fusarium* se sont comportés comme des parasites ou des saprophytes, détruisant rapidement les tissus de leurs hôtes au lieu de vivre avec eux dans cet état de symbiose, au moins apparente, qui caractérise les mycorhizes. Racines, tiges, feuilles sont attaquées indistinctement et des coupes faites aux points atteints montrent que le mycélium va toujours droit devant lui en tuant toutes les cellules qu'il rencontre. En un mot, ces cultures reproduisent assez bien les caractères des nombreuses maladies dues aux *Fusarium*, mais jamais ceux des endophytes.

» On peut donc conclure de ces diverses expériences que, contrairement à ce qu'on a cru jusqu'à présent, les formes libres auxquelles il faut rattacher les endophytes ne sont pas des *Fusarium*. »

(¹) Voir les essais de stérilisation de graines (LAURENT, *Rev. gén. de Botanique*, 1904).

(²) *Recherches sur la fermentation propre* (*Revue gén. de Botanique*, 1903).

BOTANIQUE. — *Mycélium et forme conidienne de la Morille.* Note de M. **Marin Molliard**, présentée par M. Gaston Bonnier.

« Les ascospores des Morilles germent avec la plus grande facilité sur les milieux les plus ordinairement employés; elles émettent à l'une de leurs extrémités ou, le plus souvent, à leurs deux bouts un filament mycélien qui se ramifie rapidement, reste d'abord incolore, puis prend une teinte rousse; ce mycélium présente dans sa coloration, ses dimensions, la disposition de ses cloisons, l'ornementation de sa membrane externe, les anastomoses existant entre filaments voisins, un ensemble de caractères précis qui permettent de le reconnaître facilement. J'ai ainsi cultivé le mycélium des *M. esculenta*, var. *rotunda* Pers., *M. conica* Pers. et *M. deliciosa* Fr.; il est assez semblable pour ces trois espèces et reste indéfiniment stérile dans tous les milieux aseptiques où j'en ai obtenu le développement.

» J'ai entrepris une série d'essais relatifs à la culture de la forme parfaite de la Morille en partant de ce mycélium pur; j'en ai à cet effet introduit des cultures dans des milieux variés en cherchant à me rapprocher autant que possible des conditions naturelles dans lesquelles apparaît le Champignon.

» L'un des milieux essayés était constitué par du terreau auquel j'ajoutais diverses substances organiques; 8 lots ont été ensemencés au mois de novembre dernier, 4 avec le mycélium de *M. esculenta*, 4 avec celui de *M. conica*; les 4 lots relatifs à la première espèce, 2 seulement sur les 4 ensemencés avec *M. conica* ont offert à la surface du terreau, vers la fin de janvier, et presque simultanément, un développement très abondant d'une moisissure blanche dont les nombreux caractères très spéciaux sont de tout point identiques à ceux que Matruchot a attribués au genre *Costantinella*, qu'il a créé pour une Mucédinée, *C. cristata*, trouvée par lui dans un bois, sur des feuilles mortes, et que j'ai rencontrée depuis dans diverses localités.

» La moisissure que je viens de signaler est à peine différente, par quelques détails sans importance, tels que les dimensions des conidies, qu'on la considère dans les lots à *M. esculenta* ou dans les lots à *M. conica*, et d'autre part ces deux espèces excessivement voisines sont à leur tour très proches de *C. cristata*.

» Il m'a été facile de me convaincre que je me trouvais en présence de la forme conidienne de la Morille qui était jusqu'ici inconnue. Toutes les tentatives faites en vue d'obtenir la germination des conidies ont échoué jusqu'à présent (Matruchot n'avait pas non plus réussi à faire germer celles de *C. cristata* et c'est là encore une ressemblance entre les deux formes);

mais on peut reconnaître aisément qu'il y a continuité entre les appareils conidiens superficiels et les filaments mycéliens qui se trouvent à l'intérieur du terreau et y présentent tous les caractères du mycélium stérile introduit; d'autre part si, au lieu d'ensemencer les conidies du *Costantinella*, on transporte tout un appareil conidien sur un substratum stérilisé, on constate que certains filaments de la base de cet appareil sporifère prennent un développement nouveau et donnent naissance à une masse mycélienne stérile absolument identique à celle qui a servi aux ensemencements du terreau.

» La forme conidienne des *Morchella* est donc un *Costantinella* et ce premier résultat de mes expériences me permet d'espérer que la forme parfaite de ces champignons comestibles pourra être obtenue d'une manière rationnelle. »

PALÉONTOLOGIE. — *Sur l'âge des squelettes humains des grottes de Menton.* Note de M. **Marcellin Boule**, présentée par M. Albert Gaudry.

« Dans une Note précédente (¹) j'ai fait connaître les principaux résultats de mes études sur la chronologie de la grotte du Prince, près de Menton. Cette grotte ne renfermait pas de squelettes humains. C'est dans une excavation voisine, dite *des Enfants*, qu'ont été trouvés les quatre squelettes qui font partie des collections du prince de Monaco.

» La grotte des Enfants n'était pas intacte au moment où les fouilles ont commencé. Les travaux, beaucoup plus anciens, de M. Rivière étaient descendus, sur quelques points, à $2^{m},70$. Au-dessous de ce niveau, les dépôts de remplissage étaient intacts et l'épaisseur totale de ces dépôts dépassait 10^{m}.

» Les terrains de la grotte des Enfants sont assez différents de ceux de la grotte du Prince. Dans celle-ci, le ruissellement des eaux sauvages a été l'agent le plus actif du remplissage. Dans la grotte des Enfants, les apports humains jouent un rôle plus considérable. La terre est presque partout mélangée de cendres et de débris charbonneux; de nombreux foyers, marqués par des traînées cinéritiques plus épaisses, s'intercalent, de distance en distance, dans la série des dépôts. Les ossements d'animaux sont plus fragmentés et ressemblent davantage à des débris de cuisine.

» L'étude stratigraphique et paléontologique de la grotte des Enfants me

(¹) *Comptes rendus*, séance du 11 janvier 1904.

permet de présenter aujourd'hui des conclusions sur l'âge des squelettes humains que l'on y a trouvés. Ceux-ci sont bien contemporains des couches qui leur servaient de gisement. L'hypothèse présentée par quelques personnes, d'après laquelle les cadavres auraient été placés dans des fosses creusées à une profondeur plus ou moins grande à travers des dépôts plus anciens, doit être rejetée.

» Les deux squelettes les plus inférieurs gisaient ensemble à $7^{m},75$ de profondeur. MM. Albert Gaudry et Verneau les ont étudiés et leur ont trouvé des caractères négroïdes et australoïdes. Ils ont été exhumés d'une couche qui renfermait aussi des ossements de l'Ours des cavernes, de l'Hyène des cavernes, du grand Lion des cavernes, d'un Castor d'espèce géante, etc., et qui reposait sur des dépôts où l'on a trouvé des molaires de *Rhinoceros Mercki*. Ces squelettes remontent donc à un moment fort reculé des temps quaternaires. L'horizon d'où ils proviennent ne saurait être bien éloigné de celui qui, dans la caverne voisine du Prince, renferme non seulement le *Rhinoceros Mercki* mais encore l'*Elephas antiquus* et l'Hippopotame, c'est-à-dire la faune *chaude* qui est la plus ancienne faune du Quaternaire.

» Le troisième squelette était placé à $0^{m},60$ au-dessus des premiers. Il était accompagné des mêmes Mammifères. Cependant il faut noter en plus la présence de la Marmotte qui donne, à la faune de ce niveau, un caractère plus froid, et qui doit nous le faire considérer comme de l'époque du Mammouth, c'est-à-dire du Quaternaire moyen.

» Le quatrième squelette gisait beaucoup plus haut, à 6^{m} au-dessus des premiers, dans des couches qui ne renferment plus les grands fauves des niveaux inférieurs.

» Les principales espèces d'animaux sont ici : le Bouquetin, représenté par des individus de très grande taille, le Cerf élaphe, le Daim. Cette association rappelle si bien celle qui s'augmente du Renne dans les cavernes voisines que je n'hésite pas à rapporter ce quatrième squelette à l'âge du Renne, c'est-à-dire au Quaternaire supérieur. »

GÉOLOGIE. — *Sur le gouffre-tunnel d'Oupliz-Tsike (Transcaucasie)*. Note de M. **E.-A. Martel**, présentee par M. Albert Gaudry.

« Les véritables cavernes dans le grès sont très rares et très petites. On a longtemps cité comme pratiquées dans des quartzites celles de la rivière Mooi (Transvaal), qui sont en réalité dans les dolomies.

» Je viens de reconnaître (1er novembre 1903) à Oupliz-Tsiké (8^{km} est de Gori, Transcaucasie), un très remarquable abîme naturel, dans une masse de grès miocène épaisse de 30^{m} à 100^{m}. Il s'ouvre horizontalement, avec 5^{m} sur 7^{m} de diamètre, d'abord vertical sur quelques mètres de hauteur, puis il prend la forme d'une galerie cylindrique de 4^{m} à 5^{m} de diamètre, inclinée de 20° à 30° sur l'horizon (conformément au pendage de la roche); longue d'environ 75^{m}, cette galerie en pente, incurvée vers la gauche, est percée, à son extrémité inférieure, par une ouverture d'à peine 1^{m} de hauteur, débouchant sur la vallée de la Koura; c'est donc un tunnel complet, facile à traverser, et de 25^{m} de dénivellation totale entre les deux orifices. Il résulte de mes observations :

» 1° Que ce gouffre-tunnel est, à ma connaissance, la plus grande excavation naturelle authentiquement rencontrée dans le grès, quant à présent;

» 2° Qu'il a été creusé très simplement, à la base d'un plateau concave de grès formant bassin de réception, par des eaux englouties dans une diaclase et dans un joint de stratification conjugués;

» 3° Que le ciment calcaire du grès a facilité la dissociation chimique corrosive de la roche et mis en liberté des sables siliceux, qui ont activé l'érosion mécanique;

» 4° Que, par suite du mode de son creusement, il présente, sur toutes ses parois, les mêmes rainures hélicoïdales que la plupart des avens des régions calcaires : rainures qui, depuis 15 ans (voir *Comptes rendus*, 15 octobre 1889), m'ont fait conclure (contrairement à la théorie des effondrements) au creusement des puits naturels par des eaux tourbillonnantes et absorbées de haut en bas (marmites de géants);

» 5° Qu'il n'y a sans doute pas lieu d'invoquer pour ce travail, comme je l'avais d'abord cru moi-même, l'intervention mécanique de gros blocs emportés par les tourbillons; et qu'au contraire (conformément aux récentes recherches de MM. J. Brunhes, Squinabol, Chaix-du-Bois, Dal Piaz, etc.), l'eau tournoyante ne s'est aidée, pour tarauder ces hélices, que des sables et graviers entraînés. Ni à Oupliz-Tsiké, ni dans le fond des abîmes, je n'ai rencontré les *meules*, jadis considérées comme principal instrument du creusement; et je partage maintenant l'opinion d'après laquelle ces meules (dans les marmites où on les a trouvées parfois), ont été plutôt passives qu'actives, c'est-à-dire usées, en même temps que les parois, par l'*émeri* de sable qu'emportait la giration de l'eau;

» 6° Que le sens de l'hélice du tunnel d'Oupliz-Tsiké est à l'inverse de celui des aiguilles d'une montre, conformément à la majorité des cas observés par M. J. Brunhes pour les tourbillons des vallées en travail d'érosion. Peut-être y aurait-il lieu d'appliquer l'étude des hélices d'avens, et celle de la marche des rivières souterraines, à la controverse toujours pendante sur la prétendue *loi de Baër* (déviation des rivières sur leur droite) comme viennent de le faire très judicieusement MM. B. et J. Brunhes pour les tourbillons de l'atmosphère et des cours d'eau (*Annales de Géographie*, 15 janvier 1904); mais cette application serait très délicate à cause de l'action perturbatrice des fissures et des pendages sur la marche normale des courants souterrains;

» 7° Que les cavernes artificielles pratiquées à Oupliz-Tsiké, dans le plateau au-dessus du gouffre, fournissent une preuve historique de plus du dessèchement terrestre et de la disparition des sources (voir *Comptes rendus*, 2 mars 1903). L'extraordinaire établissement troglodytique (ville ou forteresse?) creusé là à une (ou plusieurs) époque inconnue demeure une énigme archéologique pour moi-même comme pour le comte Zichy, le baron de Baye, E. Fournier, etc. Les sculptures et ornements taillés à même la pierre témoignent cependant d'une culture artistique assez avancée pour exclure toute époque préhistorique. Peut-être ce travail n'est-il qu'arménien ou géorgien et postérieur de plusieurs siècles au début de l'ère chrétienne. Or, dans l'une des excavations les mieux sculptées, avec voûtes à caissons ou soffites, plusieurs grandes cuves sont taillées comme en baignoires pour recevoir l'eau d'une source, aujourd'hui tarie : la fissure de cette émergence reste indubitablement reconnaissable et son dessèchement est donc postérieur à l'occupation par des troglodytes, sinon modernes, du moins de l'époque géologique actuelle;

» 8° Que la disposition naturelle de l'abîme a certainement suggéré à ces troglodytes l'idée d'utiliser une roche si facile à creuser, et que le tunnel leur a servi de passage souterrain puisqu'on y retrouve les traces, fort effritées, d'un escalier artificiel à même le sol.

» A tous points de vue donc, Oupliz-Tsiké est une des principales curiosités de la Transcaucasie. »

PHYSIQUE BIOLOGIQUE. — *Recherches sur l'émission de rayons* N *dans certains phénomènes d'inhibition*. Note de MM. **Aug. Charpentier** et **Ed. Meyer.**

« L'un de nous a montré que, dans la curarisation, alors que l'excitation du nerf moteur est inefficace, le muscle émet cependant alors des rayons N, dus sans doute à l'intervention des terminaisons nerveuses; il y avait dès lors intérêt à rechercher les réactions de luminosité dans les glandes et dans les nerfs inhibiteurs, à l'état normal et après intoxication.

» On pouvait prévoir que l'excitation du nerf lingual (excitation réflexe) augmenterait l'éclat au niveau de la glande sous-maxillaire et au niveau du nerf; mais, fait inattendu : si l'on empêche, par l'atropine, l'activité glandulaire, l'éclat au moment de l'excitation, loin d'être aboli ou diminué au niveau de la glande, devient plus fort; il en est de même pour le nerf. La suppression de l'activité glandulaire (absence de sécrétion) n'a donc pas amoindri l'émission des radiations (qui pourrait peut-être tenir à la persistance de l'effet vaso-dilatateur).

» Raisonnant par analogie, on provoque l'arrêt diastolique du cœur par excitation du pneumogastrique, nerf inhibiteur; une aiguille a été implantée dans l'organe et reliée à un écran (procédé par conduction); un autre écran est relié au bout périphérique du nerf; au moment de l'excitation, l'éclat augmente pour le nerf, diminue très

nettement pour le cœur. Nous trouvons ici une réaction semblable à celle signalée par M. Morat [1] pour l'émission de chaleur au moment de l'inhibition cardiaque, sans que toutefois les modifications thermiques puissent, dans les conditions de l'expérience, être la cause déterminante des différences de luminosité.

» Quand, par l'atropine, on empêche les effets inhibiteurs du vague, l'émission de radiations, loin de diminuer, augmente au contraire, par le cœur comme par le nerf, au moment de l'excitation de ce dernier : on s'est assuré, d'ailleurs, que l'effet de l'excitation n'a pas eu pour conséquence une augmentation du rythme du cœur, que l'on observe quelquefois dans ces circonstances, et qui justifierait cette augmentation de luminosité.

» Mais si le pneumogastrique est inhibiteur pour le cœur, il est surtout moteur pour l'estomac. En comparant simultanément des écrans par conduction mis en rapport, comme précédemment, avec le nerf, avec le cœur et avec l'estomac mis à nu par une petite incision sur la ligne blanche, les réactions, au moment de l'excitation, sont les suivantes : augmentation pour le nerf, diminution pour le cœur, mais augmentation pour l'estomac,

» De même que l'atropine paralyse l'appareil cardio-modérateur, elle empêche les effets moteurs du vague, dont l'excitation est dès lors inefficace. Les réactions dans ces conditions deviennent : augmentation pour le nerf, augmentation pour le cœur, pas de changement pour l'estomac.

» L'excitation du nerf grand splanchnique, considéré comme nerf d'arrêt des mouvements de l'estomac, montre encore une luminosité plus grande alors que l'éclat diminue au niveau de l'estomac avant l'injection d'atropine, ne semble pas varier après cette injection.

» *En résumé :* Émission plus grande de rayons N par les nerfs glandulaires excités par voie reflexe; même augmentation par les nerfs inhibiteurs excités directement, avant comme après l'artifice expérimental destiné à empêcher leur action; émission moindre par le cœur mis en diastole par ses nerfs inhibiteurs, mais émission plus forte par ce même organe quand l'effet de cette excitation fait défaut; tels sont les faits que nous avons observés de façon constante et dont des recherches complémentaires nous permettront sans doute de déterminer le mécanisme. »

PHYSIOLOGIE. — *Action des radiations du radium sur les colloïdes, l'hémoglobine, les ferments et les globules rouges.* Note de MM. **Victor Henri** et **André Mayer**, présentée par M. Alfred Giard.

« Nous devons à l'obligeance de M. Curie, qui a bien voulu mettre à notre disposition un échantillon de bromure de radium (environ $0^{g},10$),

[1] *Archives de Physiologie*, 1893.

d'avoir pu entreprendre une série d'expériences sur l'action des radiations du radium. Des recherches en cours ([1]) nous ayant permis de confirmer et de compléter les résultats de certains auteurs (Picton et Lindner, Hardy, Perrin, etc.) touchant la division naturelle des colloïdes en *positifs* et *négatifs*, il nous a paru intéressant de soumettre les colloïdes des deux classes, des complexes colloïdaux (hémoglobine, ferments) ou des corps organisés composés de colloïdes (globules rouges) à l'action des radiations.

» I. *Action sur les colloïdes simples. Les radiations* β (*chargées négativement*) *peuvent précipiter les colloïdes positifs et sont sans action sur les colloïdes négatifs.*

» Nous avons expérimenté sur l'argent colloïdal (négatif) et l'hydrate ferrique (positif) : 2^{cm^3} du colloïde étaient soumis à l'action des radiations du sel de radium contenu dans un tube de verre bouché, et conservés dans une boîte de plomb à température constante (25°). Après 4 jours d'exposition, les colloïdes sont intacts. Mais si, à chacun d'eux, on ajoute une quantité d'électrolyte (azotate de soude) insuffisante pour amener la précipitation et qu'on expose les colloïdes ainsi sensibilisés à l'action des radiations, le colloïde négatif demeure intact, le colloïde positif est précipité.

» II. *Action sur l'hémoglobine. L'oxyhémoglobine de chien et de grenouille est transformée en méthémoglobine et lentement précipitée. L'hémoglobine oxycarbonée demeure intacte.*

» La solution d'hémoglobine, préparée par laquage des globules, devient brunâtre après 3 heures d'irradiation; au spectroscope, on voit la raie de méthémoglobine. Après 7 heures d'action, la solution est brune et commence à précipiter. (L'hémoglobine est, du reste, un colloïde positif.) Cette transformation apparaît nettement dans le Tableau suivant contenant les coefficients d'extinction ε.

	I. Hémogl. de grenouille.		II. Hémogl. de chien.		III. Hémogl. de chien.	
	Normale.	Radiée, 3 h.	Normale.	Radiée, 7 h.	Normale.	Radiée, 11 h.
λ.	ε.	ε.	ε.	ε.	ε.	ε.
670 μμ	0,398	0,384	0,156	0,380	0,127	0,461
656	0,446	0,460	0,205	0,468	»	0,535
643	0,484	0,534	0,234	0,554	»	»
631	0,510	0,592	0,251	0,616	»	0,650
619	0,558	0,620	0,281	0,630	0,188	0,699
607	0,652	0,660	0,354	0,718 (?)	»	0,708
595	0,766	0,770	0,463	0,678	0,346	»

([1]) Une partie de ces recherches a été communiquée à la Société de Physique, le 18 décembre 1903.

	I. Hémogl. de grenouille.		II. Hémogl. de chien.		III. Hémogl. de chien.	
	Normale.	Radiée, 3 h.	Normale.	Radiée, 7 h.	Normale.	Radiée, 11 h.
λ.	ε.	ε.	ε.	ε.	ε.	ε.
589 μμ	0,904	»	0,574	0,682	»	»
584	0,966	0,882	0,745	0,756	»	0,864
576	1,423	1,020	1,150	0,804	1,159	0,969
572	1,484	1,090	1,246	0,830	»	»
568	1,558	1,110	1,277	0,856	1,173	1,040
564	1,454	1,194	1,302	0,872	»	»
560	1,416	1,262	1,318	0,878	»	»
552	1,494	1,364	1,379	0,938	1,319	1,152
544	1,712	1,484	1,335	1,014	1,502	1,239
537	2,220	1,614	1,246	1,110	1,319	1,271
528	»	1,590	1,139	1,158	»	»
511	»	1,698	0,948	1,546	0,833	1,319

» III. *Action sur les ferments. L'invertine, l'émulsine, la trypsine soumises à l'action des radiations perdent progressivement leur activité, et, après plusieurs jours d'exposition, deviennent complètement inactives.*

» Nous trouvons, en effet, qu'une solution d'invertine soumise à l'action des radiations du radium pendant 8 heures devient un peu moins active; après 15 heures d'irradiation, elle est beaucoup moins active; diminution de $\frac{1}{3}$.

» Une solution d'émulsine devient un peu moins active après 10 heures d'irradiation; la diminution est de $\frac{1}{3}$ après 20 heures et de $\frac{2}{3}$ après 48 heures.

» Le suc pancréatique irradié pendant 6 heures n'est pas modifié.

» Après 48 heures d'action du radium, ce suc, additionné de kinase, est devenu complètement inactif.

» IV. *Action sur les globules rouges. Les globules soumis à l'action du radium se comportent, vis-à-vis des solutions dans lesquelles ils sont plongés, autrement que les globules normaux. Leur résistance est diminuée. Ils abandonnent de l'hémoglobine et des sels à des solutions de sels ou de sucre qui laissent intacts les globules normaux. Ils abandonnent plus d'hémoglobine et de sels que les globules normaux aux solutions hypotoniques.*

» Pour étudier cette action, nous avons fait agir les radiations sur des globules recueillis après défibrination et centrifugation du sang. Après un certain temps (8 à 9 heures) d'exposition, on ajoutait 5 gouttes de globules à 5$^{cm^3}$ de solutions salines ou sucrées de concentration croissante. Puis, après un certain temps, on centrifugeait et l'on mesurait la quantité d'hémoglobine sortie des globules par la méthode colorimétrique et la quantité de sels par la méthode de la conductivité électrique.

» Voici, comme exemple, les résultats d'une de nos expériences :

» Exp. IV. — 14 novembre 1903. — Action du radium pendant 8 heures. 5 gouttes de globules dans 6^{cm^3} de solutions; durée du contact : 9 heures.

Solution de saccharose pur contenant pour 100 :	Conductivité électrique.		Hémoglobine pour 100.			
	Globules normaux.	Globules irradiés.	Globules normaux.		Globules irradiés.	
3^g	406.10^{-6}	448.10^{-6}	100	laquée.	100	laquée.
4,5.......	399.10^{-6}	427.10^{-6}	100	laquée.	38,40	laquée.
6	218.10^{-6}	342.10^{-6}	6,89	jaunâtre.	15,30	rose.
7,5.......	232.10^{-6}	376.10^{-6}	3,85	jaunâtre.	11,49	rose.
9	288.10^{-6}	365.10^{-6}	7,71	jaunâtre.	21,73	laquée.

» Ces résultats peuvent être rapprochés de ceux que Schwartz a obtenus en faisant agir les radiations du radium sur l'œuf de poules; cet auteur conclut à une action exercée sur la lécithine; or on sait que cette dernière est un des constituants des globules rouges. »

MÉDECINE. — *De l'émission des rayons* N *dans quelques cas pathologiques (myopathies, névrites, poliomyélites de l'enfance, paraplégie spasmodique, hémiplégies par lésions cérébrales, paralysies hystériques).* Note de M. GILBERT BALLET, présentée par M. d'Arsonval.

« Je me suis attaché, avec le concours de M. le Dr Delherm, à vérifier les faits relatifs à l'émission des rayons N par le corps humain, rapportés par M. Charpentier, et à rechercher si cette émission était modifiée dans les cas pathologiques.

» Mes observations ont porté d'une part sur les rayons émis par l'encéphale et les centres nerveux, d'autre part sur ceux émis par les nerfs et les muscles. La présente Communication vise exclusivement les faits du second groupe.

» J'ai pris soin d'éliminer les causes d'erreur multiples qui peuvent vicier les recherches (effets sur l'éclat de l'écran phosphorescent des mouvements imprimés à cet écran, des vibrations de l'air ambiant produites par la parole, de la température des parties observées; erreur d'appréciation pouvant résulter de l'ouverture plus ou moins grande des paupières, des efforts d'accommodation, de l'autosuggestion). Dans ce but, je n'ai tenu pour valables que les constatations nettes, plusieurs fois répétées, faites au moyen d'un écran à peu près immobile, observé dans le calme le plus grand et le silence complet. Celui que j'ai adopté, après de nombreux essais comparatifs, et

qui m'a paru le mieux approprié aux recherches est un écran de sulfure de calcium placé, pour éviter les causes d'erreur pouvant provenir de la température des parties examinées, à l'extrémité d'un tube de plomb long de 5^{cm} environ, et recouvert d'un papier noir dans lequel est pratiqué un jour de 2^{mm} de largeur sur 5^{mm} de longueur.

» J'ai constaté tout d'abord l'exactitude des faits avancés par M. Charpentier en ce qui concerne l'émission des rayons N par les muscles et les nerfs. Il est particulièrement facile de se rendre compte de l'accroissement d'éclat de l'écran placé en regard des nerfs en explorant le cubital au niveau de la gouttière épitrochléenne, le médian au pli du coude ou au poignet. Dans les cas pathologiques j'ai spécialement exploré les rayons N émis au niveau des masses musculaires.

» Chez un malade affecté de myopathie primitive, avec intégrité des muscles de la face, atrophie complète des deltoïdes, atrophie partielle des muscles de l'avant-bras, j'ai noté que l'éclat de l'écran, normal à la face, était moindre au niveau des extenseurs des doigts, très affaibli au niveau du deltoïde. La diminution d'émission des rayons N serait donc, dans les cas de cet ordre, directement proportionnelle au degré de l'atrophie musculaire.

» Dans trois cas de névrite (polynévrite toxique, névrite saturnine des extenseurs de l'avant-bras unilatérale, paralysie périphérique du facial) j'ai constaté de même l'affaiblissement d'éclat de l'écran phosphorescent quand des muscles sains je le transportais sur les muscles symétriques paralysés.

» Chez quatre enfants affectés de paralysie atrophique par poliomyélite, le sulfure de calcium avait une phosphorescence nettement moindre en regard des muscles atrophiés qu'au voisinage des muscles normaux.

» La conclusion qui résulte de ces observations c'est qu'il y a diminution d'émission des rayons N au niveau des muscles paralysés ou atrophiés dans les cas de myopathie, de névrites ou de poliomyélites, c'est-à-dire dans les lésions du neurône moteur périphérique. On observe le contraire dans les cas d'altération du protoneurône moteur.

» En effet chez trois malades affectés d'hémiplégie ancienne avec contracture par lésion cérébrale, et chez une femme atteinte de paraplégie spasmodique j'ai vu l'accroissement d'éclat de l'écran au niveau des muscles paralysés.

» J'ai étudié deux cas de paralysie hystérique flasque, l'un à forme monoplégique (monoplégie brachiale), l'autre à forme hémiplégique. Dans ces deux cas, constatation inattendue, j'ai noté l'exagération de la phosphorescence comme dans l'hémiplégie organique avec contracture.

» Il ne serait pas impossible de proposer une explication de tous ces

faits. Mais je tiens, pour l'heure, à laisser provisoirement de côté l'interprétation des phénomènes et à me borner à leur constatation. »

PHYSIOLOGIE EXPÉRIMENTALE. — *Influence des radiations du radium sur la toxicité du venin de vipère.* Note de M. C. PHISALIX, présentée par M. A. Chauveau.

« Tout récemment MM. Victor Henri et André Mayer [1] ont montré que les radiations émises par le radium atténuent plus ou moins l'activité des ferments solubles suivant le temps pendant lequel ils ont été soumis à cette action. C'est ainsi que la trypsine irradiée pendant 48 heures est devenue complètement inactive. En raison des analogies du venin de vipère avec les ferments digestifs, il était à présumer que ce venin soumis à l'action du radium pourrait être atténué dans sa virulence. L'expérience suivante, que l'obligeance de M. Victor Henri m'a permis de réaliser, démontre que cette prévision est exacte.

» *Expérience.* — Du venin sec de vipère est dissous dans l'eau chloroformée dans la proportion de 1 pour 1000. Cette solution est répartie dans quatre tubes différents dont trois sont soumis aux radiations du radium et l'autre conservée comme témoin. Le premier tube a été irradié pendant 6 heures, le deuxième pendant 20 heures et le troisième pendant 58 heures. Le contenu de ces différents tubes est ensuite inoculé à la même dose à trois cobayes de même poids, en même temps qu'un témoin reçoit la même quantité du venin qui n'a pas subi l'influence du radium. Voici les résultats obtenus : le témoin est mort en 10 heures, le deuxième cobaye en 12 heures, le troisième en 20 heures, et le quatrième a complètement résisté. Chez les trois premiers animaux, les symptômes de l'envenimation ont évolué de la même manière; mais il s'est produit un retard très accentué chez le troisième cobaye, qui a reçu le venin irradié pendant 20 heures. Au contraire, chez le quatrième cobaye (venin irradié pendant 58 heures) il ne s'est manifesté ni action locale, ni action générale; la température n'a oscillé que de 0°,5 au-dessus et au-dessous de 39°. Bien plus, au moment où les cobayes précédents étaient déjà très malades, j'ai pu lui inoculer une nouvelle dose de venin irradié sans provoquer d'autre trouble qu'un abaissement passager de température de 0°,5.

» Il résulte des faits précédents que les rayons émis par le radium exercent sur le venin de vipère une influence atténuante dont l'intensité est fonction du temps et probablement aussi de l'activité du sel de radium. »

---

(1) *Bulletin de la Société de Biologie*, 13 février 1904.

PHYSIQUE DU GLOBE. — *Méthode physique et chimique de reconnaissance et de mesure des courants sous-marins profonds.* Note de M. THOULET.

« Si l'eau océanique était distribuée uniformément sur la surface du globe arasée de toutes ses inégalités, elle s'y superposerait en nappes concentriques de densité régulièrement croissante de la surface au fond.

» En réalité, cette uniformité est troublée par les variations météorologiques et ce trouble se traduit par des courants. La connaissance des variations de la densité permet de découvrir l'économie de la circulation profonde.

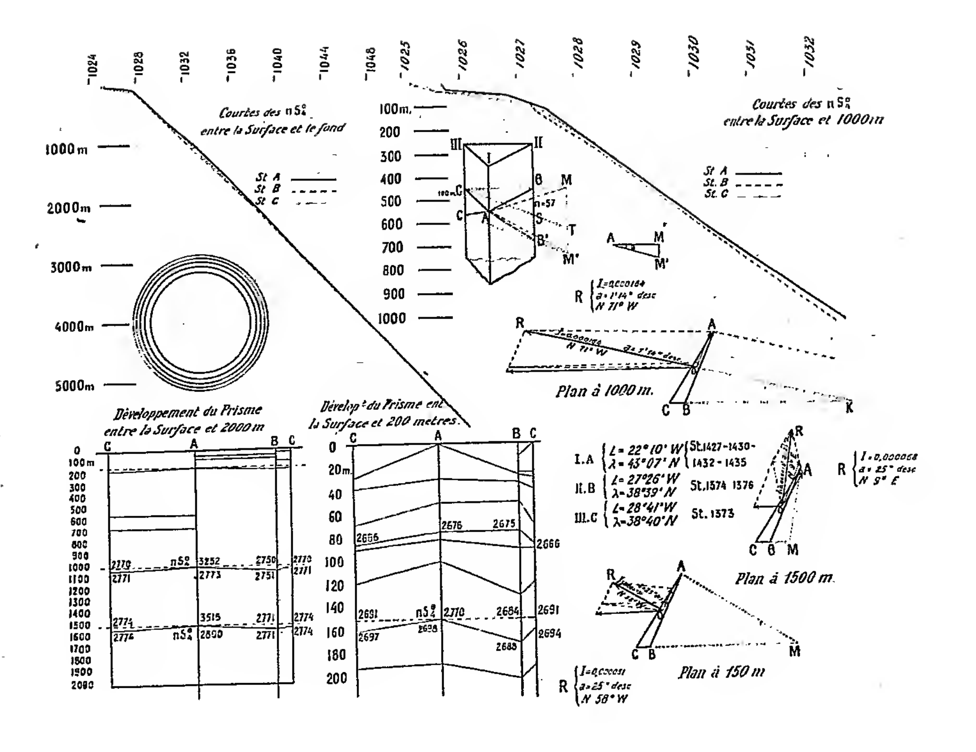
» En trois points de l'Océan disposés sur un triangle et distants les uns des autres d'environ une centaine de milles, on recueille une série verticale d'échantillons d'eau. Sur chacun d'eux on détermine la densité normale à zéro S_4^0, la densité à θ^o *in situ* S_4^θ, la densité nS_4^θ *in situ* corrigée de la pression due à la profondeur, le poids des halogènes et celui de l'acide sulfurique SO^3 au kilogramme d'eau. Ces données permettront de déterminer graphiquement, à toute profondeur au-dessous du triangle des trois stations, l'intensité, la direction et le plongement du courant qui y passe.

» Soit à connaître le courant à 1000^m de profondeur.

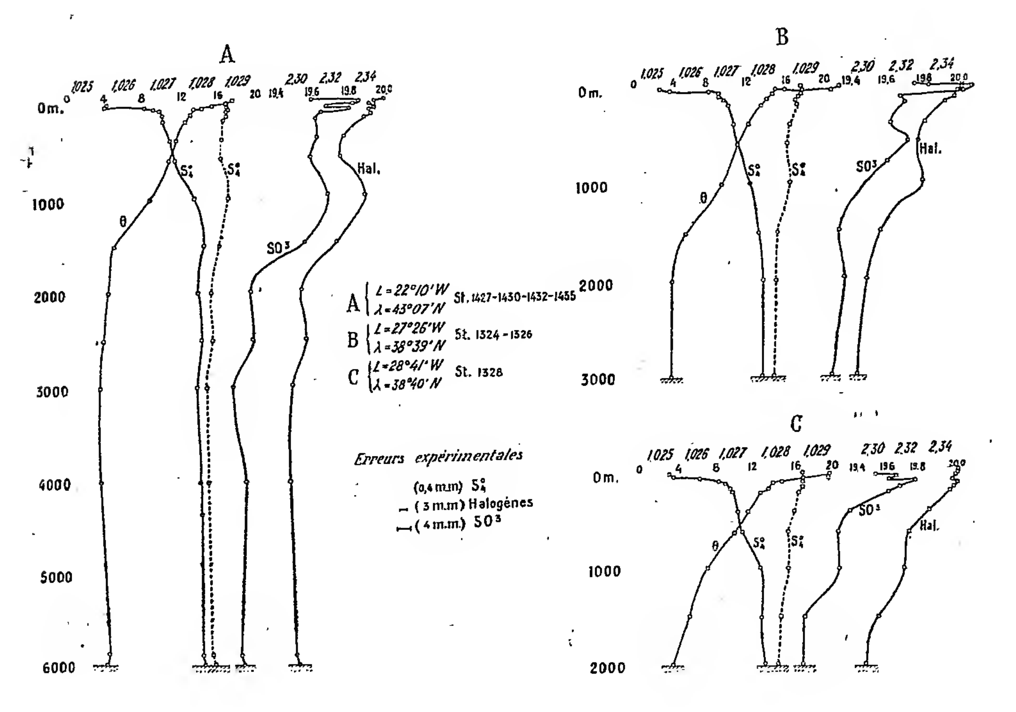
» Les trois plans verticaux passant par les trois côtés du triangle des trois stations découpent dans la masse des eaux un prisme triangulaire. Ce prisme est coupé par le plan de 1000^m suivant un triangle dont on connaît les trois côtés; ce triangle est parallèle à la surface, mais il se comporte comme oblique au point de vue mécanique puisqu'un courant y passe et que, par conséquent, les molécules d'eau s'y renouvellent constamment. Chacun des sommets y possède un S_4^θ différent facile à mesurer sur le graphique des stations.

» Par n'importe quel point d'une arête quelconque du prisme on peut, en prenant sur chacune des deux autres arêtes un point ayant même nS_4^θ que le premier, obtenir un second triangle topographiquement incliné mais mécaniquement d'équilibre ou de niveau, puisque toutes les molécules de sa surface n'y sont sollicitées ni dans un sens, ni dans un autre.

» Par le sommet de plus fort S_4^θ du triangle topographique, faisons passer le plan d'équilibre mécanique. Ces deux triangles découperont sur chaque face du prisme deux lignes, l'une oblique mais en réalité de niveau, l'autre horizontale quoique mécaniquement oblique, le long de laquelle les molécules d'eau pourront être considérées comme glissant, semblables à des molécules liquides contenues dans deux vases communicants, au-dessus du plan de niveau mécanique, dans la direction du plus faible S_4^θ vers le plus fort S_4^θ, avec une intensité proportionnelle au gradient des densités, c'est-



Courbes des nS^0_4 entre la Surface et le fond
Courbes des nS^0_4 entre la Surface et 1000m
St A
St B
St C
Développement du Prisme entre la Surface et 2000 m
Dévelop.t du Prisme entre la Surface et 200 mètres
Plan à 1000 m.
Plan à 1500 m.
Plan à 150 m
I.A L = 22° 10' W λ = 43° 07' N St. 1427-1430-1432-1435
II.B L = 27° 26' W λ = 38° 39' N St. 1374 1376
III.C L = 28° 41' W λ = 38° 40' N St. 1373



A
B
C
A L = 22°10' W λ = 43°07' N St. 1427-1430-1432-1435
B L = 27°26' W λ = 38°39' N St. 1324-1326
C L = 28°41' W λ = 38°40' N St. 1328
Erreurs expérimentales
(0,4 mm) S^0_4
(3 mm) Halogènes
(4 mm) SO^3
Hal.
SO^3

à-dire à la différence des densités aux deux extrémités de la droite, divisée par la distance de ces deux extrémités, enfin avec un plongement égal à l'angle des deux plans.

» Par un point quelconque du triangle, de niveau topographique ou de niveau mécanique, si rapprochés l'un de l'autre qu'on est pratiquement en droit de les confondre, on mène les trois droites de courants afférentes à chacun des trois sommets, on construit graphiquement leur résultante qui donne en grandeur (exprimée en gradient de densités), en direction et en plongement, les caractéristiques du courant.

» Ces considérations ne s'appliquent qu'aux courants profonds, les perturbations météorologiques (température, glaces, vent, etc.) influençant d'autant plus la circulation qu'on se rapproche davantage de la surface.

» Ces constructions ont été appliquées à trois stations A, B, C, situées près des Açores, où des échantillons d'eaux, analysés ensuite dans mon laboratoire, ont été recueillis par la *Princesse-Alice* en 1902. Elles ont fait reconnaître les courants suivants :

Stations		
A.	B.	C.
L = 22° 10′ W	L = 27° 26′ W	L = 28° 41′ W
λ = 43° 07′ N	λ = 38° 39′ N	λ = 38° 40′ N

A 150^m, direction N 58° W : intensité, 0,000 051 ; plongement, 25″ desc.
A 1000^m, direction N 71° W : intensité, 0,000 164 ; plongement, 1′ 14″ desc.
A 1500^m, direction N 9° E : intensité, 0,000 068 ; plongement, 25″ desc.

» Les courbes des halogènes et de l'acide sulfurique spéciales aux trois stations signalent par leur ressemblance ou leur dissemblance, à la même profondeur, la présence d'un courant ; l'examen de ces courbes fera prévoir son individualité et son importance. »

PATHOLOGIE VÉGÉTALE. — *Nouvelles observations sur la* Phthiriose *de la Vigne*. Note de MM. **L. Mangin** et **P. Viala**, présentée par M. Guignard.

« Nous avons fait connaître par des Communications antérieures pourquoi la Cochenille de la Vigne, *Dactylopius Vitis*, assez fréquente dans le bassin méditerranéen sur les organes aériens, détermine seulement en Palestine la maladie appelée *Phthiriose*, à cause de l'état de symbiose contracté par cette cochenille avec le *Bornetina Corium*.

» La vie souterraine de la cochenille est due, comme nous l'avons établi, à la sécheresse actuelle du climat de la Palestine.

» L'année 1903, extrêmement pluvieuse dans le sud de la Syrie, a modifié les conditions de vie du parasite. On a constaté, en effet, dans les régions ombragées du feuillage exubérant des vignes, et dans les parties phthiriosées, une quantité inusitée de cochenilles. A la fin de la saison pluvieuse, ces insectes se sont accumulés en grand nombre au collet des souches et par leurs piqûres renouvelées elles ont provoqué une végétation extraordinaire du *Bornetina Corium*. M. Barbier nous a adressé de Rischon-le-Zion, près Jaffa, des masses mycéliennes qui ne pesaient pas moins de 4^{kg}; d'après notre correspondant, certaines de ces masses atteignaient parfois 6^{kg} à 8^{kg}.

» Ces masses prolongent la gaine épaisse qui entoure la souche, et remontent vers la surface du sol, au-dessus de laquelle elles finissent par surgir, formant des blocs à sommets arrondis irrégulièrement, coniques ou cylindriques. On peut les comparer à des betteraves à sucre soudées à leur base. Certaines de ces masses pèsent de 800^{g} à 1^{kg}, elles ont 21^{cm} de hauteur et 8^{cm} de diamètre; leur consistance rappelle celle du caoutchouc ou d'une balle de coton comprimée. La section longitudinale est d'un blanc de neige, elle montre un tissu (pseudo-parenchyme) régulier, serré et homogène, sauf à la surface en contact avec le sol, où elle est d'une couleur grise, à cause des particules de terre encastrées dans sa masse.

» Il n'existe pas de spores sur ces blocs mycéliens et la seule particularité de leur structure réside dans la surface exposée à la lumière, qui est chagrinée, rugueuse, et couverte de verrues d'un brun noirâtre. Là on trouve un pseudo-parenchyme brun d'où se détachent, perpendiculairement à la surface, des filaments en voie de sporulation; nous préciserons ultérieurement la nature de ces formations.

» Ainsi, grâce aux pluies abondantes de 1903, la cochenille a repris en Palestine la vie aérienne qu'elle avait autrefois, d'après les textes bibliques.

» La végétation extraordinaire du *Bornetina* à l'état naturel, en Palestine, correspond aux développements obtenus dans nos cultures.

» Le bouillon de carottes additionné d'acide tartrique (1 pour 1000) et de sucre (5 pour 1000), et la marmelade de pommes légèrement acidulée à l'acide tartrique sont les meilleurs milieux; ils nous fournissent des masses volumineuses de *Bornetina* que limite seule la dimension des vases de culture : par exemple, sur marmelade de pommes, le cuir mycélien d'un beau blanc de neige, qui ne sporule que difficilement, nous a fourni des masses pesant 227^{g}, pour un volume de 220^{cm^3}. Par contre, sur bouillon de haricots acidulé par l'acide tartrique à 1 pour 1000 et additionné de 5 pour 1000 de sucre, le cuir mycélien est peu développé, mais la végétation du

Bornetina, très active, se traduit par une abondante sporulation. Enfin, dans le bouillon de riz, où le mycélium à sporulation lente prend un aspect vitreux et translucide, nous avons observé la formation d'alcool.

» En continuant à varier les milieux de culture, nous avons confirmé l'influence de ceux-ci sur la structure du champignon de la Phthiriose, et notamment sur la conformation des spores, dont la couleur et les ornements peuvent présenter les plus grandes différences. Mais toutes les variations obtenues, plus ou moins distantes du type normal, revenaient à ce type, dans nos premières expériences, quand nous ensemencions les spores dans des milieux appropriés.

» Toutefois, nos nouvelles observations montrent que, dans certaines conditions, l'influence du milieu paraît devoir persister, et nous a permis d'obtenir une race nouvelle que nous espérons pouvoir fixer.

» Ainsi, dans la purée de potiron, l'aspect des cultures est si particulier que l'on croirait être en présence d'une espèce toute différente du *B. Corium*. La surface du voile mycélien est couverte de petites colonnettes, soudées par leur base élargie, mais séparées sur la plus grande partie de leur hauteur qui atteint 2^{cm} à 3^{cm}. Ces colonnettes rigides, dures et comme crustacées, sont enchevêtrées; vues à l'œil nu, elles sont semblables à des tiges fixées en forêt broussailleuse sur le milieu de culture; ce sont des colonnettes sporifères, semblables à celles que nous avons déjà décrites. Les spores ont un caractère très tranché; elles sont complètement incolores, couvertes de bâtonnets rayonnants, très longs et séparés; ce n'est que sur des cultures très vieilles que les dernières spores formées prennent une teinte légèrement jaune brunâtre.

» Or, les spores blanches développées sur potiron, ensemencées sur les milieux de culture qui donnent les spores les plus foncées, fournissent de nouveaux individus à spores à peine colorées, bien distinctes des spores normales brunes. Des cultures en série, faites successivement sur potiron, donnent au bout de la sixième série des spores qui demeurent hyalines quand on les transporte dans les autres milieux; elles ne recommencent à se teinter légèrement, sur bouillon de haricots, qu'à partir de la cinquième ou sixième série.

» Ces faits nous autorisent à penser que, en continuant à cultiver le *Bornetina Corium* sur le même milieu, nous arriverons à fixer définitivement une race à spores ornées, blanches, produites sur de longues colonnettes fructifères. »

VITICULTURE. — *Sur les effets du greffage de la Vigne.* Note de MM. **Lucien Daniel** et **Ch. Laurent**, présentée par M. Gaston Bonnier.

« Il y a quelques mois, M. Jurie montrait (¹) que certaines vignes greffées avaient subi des variations dans leur port et leur feuillage, que la forme des grappes était plus ou moins modifiée en rapport avec les sujets et que cette influence s'étendait même aux pépins.

» La présente Note a pour but d'étudier les effets du greffage sur la structure anatomique des greffons et sur la constitution des vins.

» 1° *Structure des feuilles.* — On sait, par les recherches de M. Millardet, complétées depuis par M. Gard, que l'anatomie de la feuille peut servir à reconnaître les espèces qui entrent dans la constitution d'un hybride sexuel. Si donc, après greffage, on constate l'apparition, dans la structure des feuilles d'un greffon, de caractères propres au sujet, on sera en droit de conclure à une hybridation asexuelle, dans le sens que l'un de nous a attribué à ce mot. Nous avons examiné à ce point de vue les feuilles de Furmint, de Limberger et de Sémillon dont M. Jurie a étudié les variations de morphologie externe.

» Le Furmint greffé sur *Rupestris* Martin présentait, dans les coupes transversales effectuées vers le milieu du pétiole, des faisceaux libéroligneux formant un anneau complet tout comme dans le *Rupestris* Martin, tandis que le Furmint franc de pied montrait à ce niveau des faisceaux nettement séparés.

» Le Limberger greffé sur 101^{14} Millardet a montré des phénomènes de même ordre, accompagnés de modifications plus curieuses encore. Des coupes effectuées à un même niveau du limbe, à quelques centimètres de l'origine du pétiole, offraient une disposition des faisceaux libéroligneux assez nettement intermédiaire entre les dispositions caractéristiques du sujet et du greffon. Mais ce qui était plus intéressant peut-être, c'était le caractère des poils de la feuille. Le 101^{14}, dans les échantillons étudiés, portait quelques rares poils courts, à 1-3 cellules inégales, dont la dernière plus allongée était en forme de faulx. Le Limberger franc de pied possédait de nombreux poils droits assez longs, formés d'au moins 12 cellules à ce niveau et sensiblement égales comme dimensions. Le même Limberger greffé sur 101^{14} avait des poils plus nombreux que le sujet, plus rares que dans le type non greffé. La majeure partie de ces poils comprenait 1-5 cellules inégales, dont la dernière en forme de faulx, comme dans le sujet.

(¹) A. Jurie, *Variations morphologiques des feuilles de Vigne à la suite du greffage* (*Comptes rendus,* octobre 1903).

» Le Sémillon franc de pied possédait une coupe transversale arrondie dans son pétiole, sans sinus pétiolaire, comme cela existe dans le *Rupestris* du Lot. Greffé sur celui-ci, on observait un sinus pétiolaire très net dans certaines feuilles du greffon, et la disposition des faisceaux libéroligneux de la nervure médiane était intermédiaire entre celles du sujet et du greffon.

» Il faut remarquer que, comme dans la morphologie externe, ces variations ne sont pas uniformes et ne se retrouvent pas dans toutes les feuilles. Cela tient à l'inégalité des appels exercés par ces organes suivant leur position sur les rameaux et la direction de ceux-ci par rapport à la verticale.

» 2° M. Jurie a bien voulu vinifier comparativement avec le plus grand soin les raisins de son hybride n° 580 franc de pied et les raisins de ce même hybride greffé sur *Rupestris* du Lot et sur 41^B Millardet et nous en confier l'analyse chimique; la dégustation et l'appréciation de la couleur ont été faites, sur échantillons numérotés, par M. Falecki, courtier assermenté à Rennes. Voici les résultats de cette analyse, la première qui ait été faite d'une façon complète :

	580 pied-mère.	580 greffé sur *Rupestris* du Lot.	580 greffé sur 41^B.
Densité à 15°	1004,6	1003,2	1004,1
Alcool	7°,6	8°,1	9°,2
Extrait à 100°	35g,325	32g,275	35g,225
Extrait dans le vide	45g,030	42g,860	44g,930
Cendres	3g,45	2g,90	3g,09
Sucres et matières réductrices	3g,04	3g,26	2g,56
Acidité en SO^4H^2	11,9	10,1	11,6
Sulfate de potasse	0,392	0,343	0,365
Crème de tartre	6,33	6,01	5,93
Tanin (procédé Armand Gautier)	1,780	1,520	1,840

» *Dégustation et appréciation de la couleur.* — 580 pied-mère. Assez fin de goût, doit bien finir et prendre un certain bouquet. Belle couleur rouge, mais faible.

» 580 sur *Rupestris* du Lot. Moins fin que le précédent, paraît plus plat. Couleur plus puissante, mais un peu plombée.

» 580 sur 41^B. Le meilleur des trois échantillons, fruité et plein. Très belle couleur; intensité de rouge vif remarquable.

» De cette étude on peut tirer les conclusions suivantes :

» 1° L'anatomie montre que la Vigne varie spécifiquement sous l'influence du greffage, tout comme le prouve la morphologie externe.

» 2° Le vin des vignes greffées diffère sensiblement du vin des vignes non greffées, et les variations de ses divers éléments dépendent de la nature des sujets. Ce changement peut être *utile* ou *nuisible* suivant les cas, c'est-à-dire qu'il y a des *greffages améliorants* et des *greffages détériorants*,

comme l'un de nous l'avait indiqué dès 1894 à propos du greffage en général et, en 1901, à propos de la Vigne.

» 3° Les variations des éléments constitutifs du vin d'une même vigne greffée ne sont pas obligatoirement de même sens. On ne peut donc choisir un élément unique, l'alcool, par exemple, comme le critérium de l'amélioration. C'est là une considération qu'il ne faut pas négliger en pratique le jour où l'on sélectionnera les sujets améliorants. »

M. E. **Rigaux** adresse une Note intitulée : « Des effets de la potasse comme engrais ».

La séance est levée à 5 heures.

M. B.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

Ouvrages reçus dans la séance du 18 janvier 1904.

(Suite.)

Revue générale de Chimie pure et appliquée. Directeur : M. George-F. Jaubert ; 6e année, t. VII, n° 1, 10 janvier 1904. Paris ; 1 fasc. in-4°.

La Revue des Idées, étude de critique générale paraissant le 15 de chaque mois ; t. I, n° 1, 15 janvier 1904. Paris, 1 fasc. in-8°.

L'Université de Paris, revue mensuelle, bulletin officiel de l'Association générale des Étudiants de Paris ; 19e année, n° 1, 1er janvier 1904. Paris ; 1 fasc. in-8°.

Präcipitationserscheinungen des reinen Glykogenes, von Mme Z. Gatin-Gruzewska. Bonn, Martin Hager, 1903 ; 1 fasc. in-8°.

Proceedings and transactions of the Royal Society of Canada ; série II, vol. VIII : Meeting of may 1902. Toronto, Ottawa, Londres, 1902 ; 1 vol. in-8°.

Weekly weather Report, issued by the meteorological Office ; vol. XXVII, n° 1, january 9th, 1904. Londres ; 1 fasc. in-4°.

Annali della R. Scuola superiore d'Agricoltura in Portici ; ser. II, vol. III, 1902. Portici, 1903 ; 1 vol. in-8°.

Revue internationale de Pêche et de Pisciculture, publiée par la Société impé-

riale russe de Pisciculture et de Pêche; vol. V, nos 2-3, décembre 1903. Saint-Pétersbourg; 1 fasc. in-8°.

Memorias del Instituto geografico y estadistico; t. XI, XII. Madrid, 1899-1902; 2 vol. in-4°.

OUVRAGES REÇUS DANS LA SÉANCE DU 25 JANVIER 1904.

Documents scientifiques de la Mission saharienne, Mission Foureau-Lamy, d'Alger au Congo par le Tchad, par F. FOUREAU, Chef de la Mission, Lauréat de l'Institut; 1er fasc. Introduction. I. *Observations astronomiques.* II. *Observations météorologiques.* Paris, Masson et Cie, 1903; 1 fasc. in-4°. (Présenté par M. Grandidier. Hommage de l'auteur.)

Principales découvertes et publications concernant l'électricité de 1562 à 1900, par EUGÈNE SARTIAUX et MAURICE ALIAMET. Monographie du Musée rétrospectif français de l'Électricité à l'Exposition universelle de 1900; 1 portrait h. t., 28 portraits, 278 fig. et 9 autographes. Paris, J. Rueff, 1903; 1 vol. in-4°. (Présenté par M. Mascart.)

Les Rudistes urgoniens, par V. PAQUIER; 1re partie, pl. I à VII. (*Mémoires de la Soc. géol. de France : Paléontologie;* t. XI, fasc. 1.) Paris, 1903; 1 fasc. in-4°.

Stéréoscopie rationnelle, par LOUIS STOCKHAMMER; avec 50 fig. dans le texte. Lyon-Paris, A. Storck et Cie, 1904; 1 fasc. in-4°. (Hommage de l'auteur.)

Pour ne pas avoir froid, par J. BERGONIÉ. (*Revue philomathique de Bordeaux et du sud-ouest.*) G. Gounouilhou, s. d.; 1 fasc. in-8°.

La Tempérance, organe mensuel de la Ligue nationale contre l'alcoolisme, Société française de tempérance. Directeur : FRÉD. RIÉMAIN. 23e année, n° 1, janvier 1904. Paris, Asselin et Houzeau; 1 fasc. in-8°.

Revue bryologique, bulletin bimestriel consacré à l'étude des Mousses et des Hépatiques; 31e année, 1904, n° 1. Cahan, par Athis (Orne), T. Husnot; 1 fasc. in-8°.

La Chronique industrielle et l'*Industriel du Nord et des Ardennes.* Directeur : DOUMÉ CASALONGA; 27e année, n° 1, 15 janvier 1904. Paris; 1 fasc. in-4°.

Commemorazione del socio Luigi Cremona, letta dal socio GIUSEPPE VERONESE. (Extr. des *Rendiconti della R. Accad. dei Lincei,* Cl. di Sc. fis. mat. e nat., vol. XII, 2e sem., 5e série, 12e fasc.) Rome, 1903; 1 fasc. in-8°.

Études sur la marche annuelle de l'insolation, par M. LADISLAS GORCZYNSKI. (Extr. du *Bull. de l'Acad. des Sc. de Cracovie,* Classe des Sc. math. et nat., juillet 1903.) Cracovie, 1903; 1 fasc. in-8°.

Bedürfnisse und Fortschritte des Menschengeschlechtes, mit Vorschlägen zur Lösung der Rätsel des Stoffs und der Kraft, von C. BECKENHAUPT. Heidelberg, Carl Winter, 1904; 1 vol. in-8°. (Hommage de l'auteur.)

An account of the Crustacea of Norway, with short descriptions and figures of all the species, by G.-O. SARS; vol. V. *Copepoda harpacticoida;* parts I and II : *Misophriidæ, Longipediidæ, Cerviniidæ, Ectinosomidæ.* Bergen, 1903; 1 fasc. in-8°.

Annual reports of the Department of the Interior, 1902. *Commissionner of Education*; vol. 1. Washington, 1903; 1 vol. in-8°.

Annals of the astronomical observatory of Harvard College: vol. XLVI, part 1: *Observations with the meridian photometer, during the yeares* 1899-1902, by SOLON-J. BAILEY, and reduced under the direction of EDWARD-C. PICKERING. vol. LI: *A photographic atlas of the Moon*, by WILLIAM-H. PICKERING. Cambridge, Mass. 1903; 2 vol. in-4°.

Dekaden-Monatsberichte königl. sächsischen meteorologischen Institutes, 1902; Jahrgang V, herausgegeb. v. Dir. PAUL SCHREIBER. Chemnitz, 1903; 1 fasc. in-4°.

Kritische Bearbeitung der Luftdruckmessungen im Königreich Sachsen während der Jahre 1866-1900, von PAUL SCHREIBER. Chemnitz, 1903; 1 fasc. in-4°.

The astrophysical Journal, an international review of Spectroscopy and astronomical Physics, edited by E. HALE and EDWIN-B. FROST; vol. XIX, number 1, january 1904. Chicago; 1 fasc. in-8°.

The journal of the Franklin Institute, devoted to Science and the mechanic Arts; 79th year, vol. CLVII, n° 1, january 1904. Philadelphie; 1 fasc. in-8°.

Memoirs and proceedings of the Manchester litterary and philosophical Society, 1903-1904, vol. XLVIII, part 1, december 30th, 1903. Manchester; 1 fasc. in-8°.

ERRATA.

(Séance du 15 février 1904.)

Note de M. *Emm. Pozzi-Escot*, Procédé général de préparation des protochlorures, etc. :

Page 435, ligne 18, *au lieu de* protochlorures, *lisez* perchlorures.

N° 8.

TABLE DES ARTICLES. (Séance du 22 février 1904.)

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

MÉMOIRES PRÉSENTÉS.

CORRESPONDANCE.

N° 8.

SUITE DE LA TABLE DES ARTICLES.

PARIS. — IMPRIMERIE GAUTHIER-VILLARS,
Quai des Grands-Augustins, 55.

Le Gérant : Gauthier-Villars.



COMPTES RENDUS

HEBDOMADAIRES

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES

PAR MM. LES SECRÉTAIRES PERPÉTUELS.

TOME CXXXVIII.

N° 9 (29 Février 1904).

PARIS,

GAUTHIER-VILLARS, IMPRIMEUR-LIBRAIRE

DES COMPTES RENDUS DES SÉANCES DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES,

Quai des Grands-Augustins, 55.

1904

RÈGLEMENT RELATIF AUX COMPTES RENDUS

ADOPTÉ DANS LES SÉANCES DES 23 JUIN 1862 ET 24 MAI 1875

Les *Comptes rendus hebdomadaires des séances de l'Académie* se composent des extraits des travaux de ses Membres et de l'analyse des Mémoires ou Notes présentés par des savants étrangers à l'Académie.

Chaque cahier ou numéro des *Comptes rendus* a 48 pages ou 6 feuilles en moyenne.

26 numéros composent un volume.

Il y a deux volumes par année.

ARTICLE 1er. — *Impression des travaux de l'Académie.*

Les extraits des Mémoires présentés par un Membre ou par un associé étranger de l'Académie comprennent au plus 6 pages par numéro.

Un Membre de l'Académie ne peut donner aux *Comptes rendus* plus de 50 pages par année.

Toute Note manuscrite d'un Membre de l'Académie ou d'une personne étrangère ne pourra paraître dans le *Compte rendu* de la semaine que si elle a été remise le jour même de la séance.

Les Rapports ordinaires sont soumis à la même limite que les Mémoires; mais ils ne sont pas compris dans les 50 pages accordées à chaque Membre.

Les rapports et Instructions demandés par le Gouvernement sont imprimés en entier.

Les extraits des Mémoires lus ou communiqués par les Correspondants de l'Académie comprennent au plus 4 pages par numéro.

Un Correspondant de l'Académie ne peut donner plus de 32 pages par année.

Les *Comptes rendus* ne reproduisent pas les discussions verbales qui s'élèvent dans le sein de l'Académie; cependant, si les Membres qui y ont pris part désirent qu'il en soit fait mention, ils doivent rédiger, séance tenante, des Notes sommaires, dont ils donnent lecture à l'Académie avant de les remettre au Bureau. L'impression de ces Notes ne préjudicie en rien aux droits qu'ont ces Membres de lire, dans les séances suivantes, des Notes ou Mémoires sur l'objet de leur discussion.

Les Programmes des prix proposés par l'Académie sont imprimés dans les *Comptes rendus*, mais les Rapports relatifs aux prix décernés ne le sont qu'autant que l'Académie l'aura décidé.

Les Notices ou Discours prononcés en séance publique ne font pas partie des *Comptes rendus*.

ARTICLE 2. — *Impression des travaux des Savants étrangers à l'Académie.*

Les Mémoires lus ou présentés par des personnes qui ne sont pas Membres ou Correspondants de l'Académie peuvent être l'objet d'une analyse ou d'un résumé qui ne dépasse pas 3 pages.

Les Membres qui présentent ces Mémoires sont tenus de les réduire au nombre de pages requis. Le Membre qui fait la présentation est toujours nommé; mais les Secrétaires ont le droit de réduire cet Extrait autant qu'ils le jugent convenable, comme ils le font pour les articles ordinaires de la correspondance officielle de l'Académie.

ARTICLE 3.

Le *bon à tirer* de chaque Membre doit être remis à l'Imprimerie le mercredi au soir, ou, au plus tard, le jeudi à 10 heures du matin; faute d'être remis à temps, le titre seul du Mémoire est inséré dans le *Compte rendu* actuel, et l'extrait est renvoyé au *Compte rendu* suivant et mis à la fin du cahier.

ARTICLE 4. — *Planches et tirage à part.*

Les *Comptes rendus* ne contiennent ni planches, ni figures.

Dans le cas exceptionnel où des figures seraient autorisées, l'espace occupé par ces figures comptera pour l'étendue réglementaire.

Le tirage à part des articles est aux frais des auteurs; il n'y a d'exception que pour les Rapports et les Instructions demandés par le Gouvernement.

ARTICLE 5.

Tous les six mois, la Commission administrative fait un Rapport sur la situation des *Comptes rendus* après l'impression de chaque volume.

Les Secrétaires sont chargés de l'exécution du présent Règlement.

Les Savants étrangers à l'Académie qui désirent faire présenter leurs Mémoires par MM. les Secrétaires perpétuels sont priés de les déposer au Secrétariat au plus tard le Samedi qui précède la séance, avant 5h. Autrement la présentation sera remise à la séance suivante.

ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 29 FÉVRIER 1904,

PRÉSIDENCE DE M. MASCART.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

M. le **Président** annonce, à l'Académie, la perte qu'elle vient de faire dans la personne de M. *Émile Laurent*, Correspondant pour la Section d'Économie rurale.

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur les formes quadratiques invariantes par une substitution linéaire donnée* (mod p). Note de M. **Camille Jordan**.

« Soit S une substitution linéaire (mod p) : 1° quelles sont les conditions nécessaires et suffisantes pour qu'il existe des formes quadratiques Φ de discriminant $\gtrless 0$ (mod p) que S laisse invariantes (mod p)? 2° quelle est l'expression générale de ces formes? 3° à quels types simples peut-on les réduire par les changements de variables qui n'altèrent pas l'expression de S? 4° quel est le nombre de ces types?

» On peut répondre comme il suit à ces questions :

» Ramenons S à sa forme canonique. Les variables se répartiront en séries telles que S remplace les variables $x_0, \ldots, x_m$ de l'une d'elles respectivement par ρx_0, $\rho(x_1 + x_0)$, $\ldots$, $\rho(x_m + x_{m-1})$, le multiplicateur ρ étant une racine (réelle ou complexe) de la congruence caractéristique.

» Groupons dans une même sous-classe les séries qui ont même multiplicateur et même nombre de variables, dans une même classe les sous-classes qui ont le même multiplicateur; dans un même système les classes dont les multiplicateurs sont des quantités conjuguées ρ, ρ^p, ...

» Les conditions pour l'existence des fonctions invariantes Φ sont les suivantes :

» 1° A chaque classe C dont le multiplicateur ρ diffère de ± 1 mod p

doit être associée une autre classe C′ au multiplicateur ρ^{-1}. Le nombre des variables et leur répartition en séries doivent être les mêmes dans ces deux classes.

» 2° A un multiplicateur $\rho \equiv 1 \bmod p$ correspondrait une classe singulière, réelle et qui est sa propre associée. Dans chacune des sous-classes qui la composent le nombre $l(m+1+p)$ doit être pair (l désignant le nombre des séries, $m+1$ le nombre des variables dans chacune d'elles).

» Supposons ces conditions remplies.

» Groupons dans une même famille toutes les classes qui sont soit conjuguées, soit associées. Toute forme invariante sera une somme de formes invariantes partielles, ne contenant chacune que les variables d'une famille. Le problème est ainsi ramené au cas où il n'y a qu'une famille. Ici trois cas pourront se présenter.

» *Premier cas*. — La famille comprend deux systèmes S, S′ dont le premier contient ν classes conjuguées $C_0, \ldots, C_{\nu-1}$ et le second leurs associées respectives $C'_0, \ldots, C'_{\nu-1}$; Φ sera la somme de ν formes complexes $[C_0 C'_0], \ldots, [C_{\nu-1} C'_{\nu-1}]$ dont chacune est bilinéaire par rapport aux variables de deux classes associées. Ces formes partielles sont conjuguées les unes des autres; il suffira donc de construire, puis de réduire l'une d'elles, telle que $[C_0 C'_0]$.

» Soient $s_1, \ldots, s_l$ les séries qui forment la classe C_0; $(x_0^\alpha, \ldots, x_{m_\alpha}^\alpha)$ les variables de la série s_α. Soient de même $s'_1, \ldots, s'_l$ les séries qui forment la classe associée C'_0; $(y_0^\beta, \ldots, y_{m_\beta}^\beta)$ les variables de la série s'_β. Soit enfin r un entier quelconque qui ne surpasse ni m_α ni m_β. Posons

$$\begin{aligned} f_{\alpha\beta r} = x_0^\alpha y_r^\beta - x_1^\alpha y_{r-1}^\beta + (x_2^\alpha + x_1^\alpha) y_{r-2}^\beta - \ldots \\ + (-1)^k [x_k^\alpha + C_{k-1}^1 x_{k-1}^\alpha + C_{k-1}^2 x_{k-2}^\alpha + \ldots + x_1^\alpha] y_{r-k}^\beta + \ldots . \end{aligned}$$

» L'expression générale de la fonction $[C_0 C'_0]$ sera

$$[C_0 C'_0] = \sum_{\alpha, \beta, r} a_r^{\alpha\beta} f_{\alpha\beta r},$$

où les coefficients a sont des entiers complexes quelconques satisfaisant à la condition $a^{p^\nu} \equiv a \bmod p$.

» Par des changements de variables qui n'altèrent pas la forme canonique de S, on peut réduire toute expression de ce genre, si son discriminant n'est pas nul, à la forme type unique

$$\sum_\alpha f_{\alpha\alpha m_\alpha}.$$

» *Deuxième cas.* — La famille est formée d'un seul système, contenant 2ν séries $C_0, C_1, \ldots, C_{2\nu-1}$. Les ν premières $C_0, \ldots, C_{\nu-1}$ ont respectivement pour associées $C_\nu, \ldots, C_{2\nu-1}$; Φ est encore une somme de ν formes complexes conjuguées $[C_0 C_\nu], \ldots, [C_{\nu-1} C_{2\nu-1}]$ bilinéaires par rapport aux variables de deux classes associées. Il suffira de construire la première.

» Soient encore $s_1, \ldots, s_l$ les séries de C_0; $(x_0^\alpha, \ldots, x_{m_\alpha}^\alpha)$ les variables de s_α; $s'_1, \ldots, s'_l$ les séries de C_ν, respectivement conjuguées des précédentes; $(y_0^\beta, \ldots, y_{m_\beta}^\beta)$ les variables de s'_β; r un entier qui ne surpasse ni m_α ni m_β.

» Si r est pair $= 2n$, posons

$$\begin{aligned}F_{\alpha\beta, 2n} = x_n^\alpha y_n^\beta - x_{n-1}^\alpha(y_{n+1}^\beta + b_0\, y_n^\beta) + x_{n-2}^\alpha(y_{n+2}^\beta + b_1\, y_{n+1}^\beta + c_0\, y_n^\beta) \\ - x_{n-3}^\alpha[y_{n+3}^\beta + b_2\, y_{n+2}^\beta + c_1\, y_{n+1}^\beta + d_0\, y_n^\beta] + \ldots \\ - y_{n-1}^\beta(x_{n+1}^\alpha + b_0^{p^\nu} x_n^\alpha) + y_{n-2}^\beta[x_{n+2}^\alpha + b_1^{p^\nu} x_{n+1}^\alpha + c_0^{p^\nu} x_n^\alpha] \\ - y_{n-3}^\beta[x_{n+3}^\alpha + b_2^{p^\nu} x_{n+2}^\alpha + c_1^{p^\nu} x_{n+1}^\alpha + d_0^{p^\nu} x_n^\alpha] + \ldots,\end{aligned}$$

b_0 étant une racine arbitrairement choisie de la congruence

$$z^{p^\nu} + z \equiv 1 \quad \mod p$$

et les autres coefficients étant donnés par les formules

$$b_k = b_0 + k, \qquad c_k = (k+1)b_0 + \frac{k(k+1)}{2},$$
$$d_k = \frac{(k+1)(k+2)}{2} b_0 + \frac{k(k+1)(k+2)}{2.3}, \qquad \ldots.$$

» Si r est impair $= 2n - 1$ nous poserons

$$\begin{aligned}F_{\alpha\beta, 2n-1} = e[\ x_{n-1}^\alpha y_n^\beta - x_{n-2}^\alpha(y_{n+1}^\beta + b_0 y_n^\beta) + x_{n-3}^\alpha(y_{n+2}^\beta + b_1 y_{n+1}^\beta + c_0 y_n^\beta) - \ldots \\ - y_{n-1}^\beta x_n^\alpha + y_{n-2}^\beta(x_{n+1}^\alpha + b_0 x_n^\alpha) - y_{n-3}^\alpha(x_{n+2}^\beta + b_1 x_{n+1}^\beta + c_0 x_n^\alpha) + \ldots],\end{aligned}$$

e étant une racine arbitrairement choisie de la congruence $e^{p^\nu-1} \equiv -1 \mod p$, et les coefficients b, c étant déterminés par les relations

$$b_0 = 1, \qquad b_k = (k+1), \qquad c_k = \frac{(k+1)(k+2)}{2}, \qquad \ldots.$$

» L'expression générale de $[CC_r]$ sera

$$[CC_r] = \sum_{\alpha\beta r} a_r^{\alpha\beta} F_{\alpha\beta r},$$

où les coefficients a sont des entiers complexes formés avec une imaginaire

de degré 2ν, mais liés par les relations

$$(a_r^{\alpha\beta})^{p^\nu} = a_r^{\beta\alpha}, \quad (a_r^{\alpha\alpha})^{p^\nu} = a_r^{\alpha\alpha},$$

lesquelles expriment que la forme Φ qui vient d'être construite est réelle.

» Ici encore, par un changement de variables qui n'altère pas S, on peut réduire l'expression précédente au type unique

$$\sum_\alpha F_{\alpha\alpha m_\alpha}.$$

» *Troisième cas.* — La famille est constituée par une seule classe singulière.

» Soient encore $s_1, s_2, \ldots$ les séries qui la composent, $(x_0^\alpha, \ldots, x_{m_\alpha}^\alpha)$ les variables de la série s_α. La fonction Φ sera une somme de formes partielles invariantes, les unes $[\alpha\beta]$ bilinéaires par rapport aux variables de deux séries s_α, s_β, les autres $[\alpha\alpha]$ quadratiques par rapport aux variables d'une seule série.

» Les formes bilinéaires $[\alpha\beta]$ seront, comme dans le premier cas, des fonctions linéaires (à coefficients réels) des formes invariantes élémentaires

$$f_{\alpha\beta r} = x_0^\alpha x_r^\beta - x_1^\alpha x_{r-1}^\beta + (x_2^\alpha + x_1^\alpha) x_{r-2}^\beta - \ldots.$$

» Reste à construire les formes quadratiques $[\alpha\alpha]$.

» Supposons d'abord p impair, et soit r un entier tel que $2r$ ne surpasse pas m_α. Posons

$$G_{\alpha r} = x_r^\alpha x_r^\alpha - 2x_{r+1}^\alpha x_{r-1}^\alpha + \ldots + (-1)^n 2 x_{2r}^\alpha x_0^\alpha + \sum_{\mu,\mu'} (-1)^{\mu+\mu'} (2\mu + \mu') \frac{(\mu+1)(\mu+2)\ldots(\mu+\mu'-1)}{1.2\ldots\mu'} x_{r+\mu}^\alpha x_{r-\mu-\mu'}^\alpha.$$

» Si $p = 2$, soit r un entier tel que $2r$ ne surpasse pas $m_\alpha + 1$. Posons

$$G_{\alpha r} = x_r^\alpha x_r^\alpha + x_{r-1}^\alpha x_r^\alpha + x_{r-2}^\alpha (x_{r+1}^\alpha + x_r^\alpha) + \ldots + x_{r-1-k}^\alpha \left[x_{r+k}^\alpha + k x_{r+k-1}^\alpha + \frac{k(k-1)}{2} x_{r+k-2}^\alpha + \ldots + x_r^\alpha \right] + \ldots.$$

» La fonction $[\alpha\alpha]$ sera une fonction linéaire de ces formes invariantes élémentaires.

» L'expression générale de Φ étant ainsi déterminée, il reste à la réduire. On constate tout d'abord qu'on peut la ramener à une somme de formes partielles $\Phi_1, \Phi_2, \ldots$, ne contenant chacune que les variables d'une seule sous-classe, et qu'on aura à réduire séparément.

» Soit Φ_1 l'une d'elles, correspondant à une sous-classe formée de l séries, contenant chacune $m+1$ variables.

» Supposons d'abord p impair.

» Si m est un nombre impair $2n-1$, l sera pair et Φ_1 pourra toujours se ramener au type unique

$$\Phi_1 = f_{12m} + f_{34m} + \ldots + f_{l-1,l,m}.$$

» Si m est un nombre pair $2n$, l pourra être indifféremment pair ou impair et Φ_1 se réduira à la forme

$$\Phi_1 = \sum_1^{l-1} G_{kn} + a G_{ln},$$

a étant égal soit à l'unité, soit à un non résidu de p arbitrairement choisi. On a donc, dans ce cas, deux types différents, irréductibles l'un à l'autre.

» Soit enfin $p=2$:

» Si $m=2n$ (d'où l pair), Φ_1 sera réductible, soit à l'un, soit à l'autre des deux types suivants, essentiellement distincts :

$$\Phi_1 = f_{12m} + f_{34m} + \ldots + f_{l-1,l,m}$$

ou

$$\Phi_1 = (G_{1n} + G_{2n} + f_{12m}) + f_{34m} + \ldots + f_{l-1,l,m}.$$

» Si $m=2n-1$ et l impair, on aura encore deux types réduits distincts

$$\Phi_1 = G_{1n} + f_{23m} + f_{45m} + \ldots + f_{l-1,l,m}$$

ou

$$\Phi_1 = (G_{1n} + G_{1,n-1}) + f_{23m} + \ldots + f_{l-1,l,m}.$$

» Enfin, si $m=2n-1$ et l pair, on en aura trois, à savoir :

$$\Phi_1 = f_{12m} + f_{34m} + \ldots + f_{l-1,l,m},$$
$$\Phi_1 = G_{1n} + G_{2n} + f_{34m} + \ldots + f_{l-1,l,m},$$
$$\Phi_1 = (G_{1n} + G_{1,n-1}) + G_{2n} + f_{34m} + \ldots + f_{l-1,l,m}. \text{ »}$$

MÉCANIQUE. — *D'une condition nécessaire pour la stabilité initiale d'un milieu élastique quelconque.* Note de M. **P. Duhem.**

« Considérons un milieu élastique quelconque enfermé dans une surface fixe S; ses divers éléments de volume sont soustraits à toute force

extérieure et sa température a une valeur uniforme T_0; il prend alors un état d'équilibre où sa densité a partout la même valeur ρ_0. Soient a, b, c les coordonnées d'un point matériel dans cet état; $a+\xi$, $b+\eta$, $c+\zeta$ les coordonnées de ce même point dans un état déformé; ξ, η, ζ s'annulent toujours sur la surface S. Soient

$$(1)\quad \begin{cases} e_1 = \dfrac{\partial\xi}{\partial a} + \dfrac{1}{2}\left[\left(\dfrac{\partial\xi}{\partial a}\right)^2 + \left(\dfrac{\partial\eta}{\partial a}\right)^2 + \left(\dfrac{\partial\zeta}{\partial a}\right)^2\right], & \ldots, \\ g_1 = \dfrac{\partial\eta}{\partial c} + \dfrac{\partial\zeta}{\partial b} + \dfrac{\partial\xi}{\partial b}\dfrac{\partial\xi}{\partial c} + \dfrac{\partial\eta}{\partial b}\dfrac{\partial\eta}{\partial c} + \dfrac{\partial\zeta}{\partial b}\dfrac{\partial\zeta}{\partial c}, & \ldots, \end{cases}$$

et aussi

$$(2)\quad \varepsilon_1 = \frac{\partial\xi}{\partial a}, \quad \ldots, \quad \gamma_1 = \frac{\partial\eta}{\partial c} + \frac{\partial\zeta}{\partial b}, \quad \ldots.$$

» Le potentiel thermodynamique du corps a pour valeur $\int \rho_0 \Phi\, d\varpi$, où Φ est donné par

$$(3)\quad \begin{cases} \Phi = \varphi_0(\rho_0, T) + \varphi_1(\rho_0, T)(\varepsilon_1 + \varepsilon_2 + \varepsilon_3) \\ \qquad + \varphi_2(\rho_0, T, \varepsilon_1, \varepsilon_2, \varepsilon_3, \gamma_1, \gamma_2, \gamma_3) + \ldots, \end{cases}$$

φ_2 étant une forme quadratique en ε_i, γ_i et $+\ldots$ désignant des termes infiniment petits au moins du troisième ordre lorsque ξ, η, ζ sont, partout, infiniment petits du premier ordre.

» La fonction dissipative peut s'écrire de même $\int \rho_0 \mathfrak{F}\, d\varpi$ avec

$$(4)\quad \mathfrak{F} = f(\rho_0, T, \varepsilon'_1, \varepsilon'_2, \varepsilon'_3, \gamma'_1, \gamma'_2, \gamma'_3) + \ldots,$$

où $\varepsilon'_i = \dfrac{\partial\varepsilon_i}{\partial t}$, $\gamma'_i = \dfrac{\partial\gamma_i}{\partial t}$ et où f est une forme quadratique en ε'_i, γ'_i; $+\ldots$ représente des termes infiniment petits du troisième ordre lorsque ξ, η, ζ, ξ', η', ζ' sont, partout, infiniment petits du premier ordre.

» Les équations du mouvement peuvent se mettre sous la forme

$$(5)\quad \begin{cases} \dfrac{\partial}{\partial a}\left(\dfrac{\partial\varphi_2}{\partial\varepsilon_1} + \dfrac{\partial f}{\partial\varepsilon'_1}\right) + \dfrac{\partial}{\partial b}\left(\dfrac{\partial\varphi_2}{\partial\gamma_3} + \dfrac{\partial f}{\partial\gamma'_3}\right) + \dfrac{\partial}{\partial c}\left(\dfrac{\partial\varphi_2}{\partial\gamma_2} + \dfrac{\partial f}{\partial\gamma'_2}\right) - \xi'' + \ldots = 0, \\ \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots, \end{cases}$$

$+\ldots$ désignant des termes qui sont infiniment petits au moins du second ordre lorsque ξ, η, ζ, ξ', η', ζ' sont, partout, infiniment petits.

» Cela posé, *si, en un milieu élastique, φ_2 est une forme définie négative en ε_i, γ_i, et si la surface terminale est maintenue fixe, l'équilibre du milieu est instable.*

» Si l'équilibre du milieu était stable, on pourrait limiter supérieurement les valeurs absolues initiales de ξ, η, ζ, ξ', η', ζ', de telle sorte que la quantité

$$(6)\quad U = \frac{1}{2}\int(\xi'^2 + \eta'^2 + \zeta'^2)\,d\varpi - \int \varphi_2(\rho_0, T_0, e_1, e_2, e_3, g_1, g_2, g_3)\,d\varpi$$

demeure, quel que soit t, inférieure à une grandeur positive A donnée d'avance.

» Des transformations, fondées sur l'emploi des égalités (5), donnent aisément ces deux formules :

$$(7)\quad \begin{cases} \dfrac{dU}{dt} = -2\displaystyle\int\left(\frac{\partial\varphi_2}{\partial\varepsilon_1}\varepsilon'_1 + \frac{\partial\varphi_2}{\partial\varepsilon_2}\varepsilon'_2 + \frac{\partial\varphi_2}{\partial\varepsilon_3}\varepsilon'_3 + \frac{\partial\varphi_2}{\partial\gamma_1}\gamma'_1 + \frac{\partial\varphi_2}{\partial\gamma_2}\gamma'_2 + \frac{\partial\varphi_2}{\partial\gamma_3}\gamma'_3\right)d\varpi \\ \qquad - 2\displaystyle\int f(\rho_0, T_0, \varepsilon'_1, \varepsilon'_2, \varepsilon'_3, \gamma'_1, \gamma'_2, \gamma'_3)\,d\varpi + \ldots, \end{cases}$$

$$(8)\quad \begin{cases} \dfrac{d^2U}{dt^2} = -\displaystyle\int \varphi_2(\rho_0, T_0, \varepsilon'_1, \varepsilon'_2, \varepsilon'_3, \gamma'_1, \gamma'_2, \gamma'_3)\,d\varpi \\ \quad + \displaystyle\int\Bigg\{\left[\frac{\partial}{\partial a}\left(\frac{\partial\varphi_2}{\partial\varepsilon_1} + \frac{\partial f}{\partial\varepsilon'_1}\right) + \frac{\partial}{\partial b}\left(\frac{\partial\varphi_2}{\partial\gamma_3} + \frac{\partial f}{\partial\gamma'_3}\right) + \frac{\partial}{\partial c}\left(\frac{\partial\varphi_2}{\partial\gamma_2} + \frac{\partial f}{\partial\gamma'_2}\right)\right]^2 \\ \qquad + \left[\frac{\partial}{\partial a}\left(\frac{\partial\varphi_2}{\partial\gamma_3} + \frac{\partial f}{\partial\gamma'_3}\right) + \frac{\partial}{\partial b}\left(\frac{\partial\varphi_2}{\partial\varepsilon_2} + \frac{\partial f}{\partial\varepsilon'_2}\right) + \frac{\partial}{\partial c}\left(\frac{\partial\varphi_2}{\partial\gamma_1} + \frac{\partial f}{\partial\gamma'_1}\right)\right]^2 \\ \qquad + \left[\frac{\partial}{\partial a}\left(\frac{\partial\varphi_2}{\partial\gamma_2} + \frac{\partial f}{\partial\gamma'_2}\right) + \frac{\partial}{\partial b}\left(\frac{\partial\varphi_2}{\partial\gamma_1} + \frac{\partial f}{\partial\gamma'_1}\right) + \frac{\partial}{\partial c}\left(\frac{\partial\varphi_2}{\partial\varepsilon_3} + \frac{\partial f}{\partial\varepsilon'_3}\right)\right]^2\Bigg\}d\varpi \\ \quad + \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots \end{cases}$$

» Dans ces égalités (7) et (8) $+\ldots$ désigne des termes qui sont infiniment petits au moins du troisième ordre lorsque ξ, η, ζ, ξ', η', ζ' sont, partout, infiniment petits du premier ordre.

» Le terme explicitement écrit, au second membre de l'égalité (8), peut-il s'annuler ? Il faudrait, pour cela, que l'on eût, en tout point,

$$\varphi_2(\rho_0, T_0, \varepsilon'_1, \varepsilon'_2, \varepsilon'_3, \gamma'_1, \gamma'_2, \gamma'_3) = 0,$$

$$\frac{\partial}{\partial a}\left(\frac{\partial\varphi_2}{\partial\varepsilon_1} + \frac{\partial f}{\partial\varepsilon'_1}\right) + \frac{\partial}{\partial b}\left(\frac{\partial\varphi_2}{\partial\gamma_3} + \frac{\partial f}{\partial\gamma'_3}\right) + \frac{\partial}{\partial c}\left(\frac{\partial\varphi_2}{\partial\gamma_2} + \frac{\partial f}{\partial\gamma'_2}\right) = 0,$$

$$\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots$$

» On voit sans peine que ces égalités entraînent les conditions

$$\begin{array}{llllll} \varepsilon'_1 = 0, & \varepsilon'_2 = 0, & \varepsilon'_3 = 0, & \gamma'_1 = 0, & \gamma'_2 = 0, & \gamma'_3 = 0, \\ \varepsilon_1 = 0, & \varepsilon_2 = 0, & \varepsilon_3 = 0, & \gamma_1 = 0, & \gamma_2 = 0, & \gamma_3 = 0 \end{array}$$

et, à cause de la fixité de la surface, ces conditions ne peuvent être

vérifiées dans tout le milieu si l'on n'a pas, dans tout le milieu,

$$(9) \quad \xi = 0, \quad \eta = 0, \quad \zeta = 0, \quad \xi' = 0, \quad \eta' = 0, \quad \zeta' = 0.$$

» Ce sont les conditions nécessaires et suffisantes pour que la partie explicitement écrite de $\frac{d^2U}{dt^2}$ s'annule; hors de ces conditions, cette partie est essentiellement positive.

» On peut lier les valeur initiales de ξ, η, ζ, ξ', η', ζ' par les relations

$$\xi'_0 = K^2\xi_0, \quad \eta'_0 = K^2\eta_0, \quad \zeta'_0 = K^2\zeta_0.$$

» D'après l'égalité (7), le second terme de $\left(\frac{dU}{dt}\right)_0$ sera alors

$$K^4 \int f(\rho_0, T_0, \varepsilon_{10}, \varepsilon_{20}, \varepsilon_{30}, \gamma_{10}, \gamma_{20}, \gamma_{30})\, d\varpi.$$

» On pourra donc choisir K^2 assez petit pour que la somme des deux premiers termes de $\left(\frac{dU}{dt}\right)_0$ ait, avec le premier de ces termes, un rapport aussi voisin de 1 que l'on voudra. On pourra ensuite choisir ξ_0, η_0, ζ_0 partout assez petits pour que $\left(\frac{dU}{dt}\right)_0$ ait le signe de son premier terme qui est positif.

» La démonstration du théorème énoncé s'achève maintenant sans peine, en suivant le mode de raisonnement inauguré par M. Liapounoff.

» On remarquera que la démonstration de cette proposition n'implique aucune hypothèse touchant les actions de viscosité, sauf l'existence de la fonction dissipative; *les actions de viscosité pourraient être présentes ou absentes, elles pourraient tendre à favoriser le mouvement au lieu de tendre à l'empêcher, sans que la proposition devînt inexacte.*

» La proposition précédente, appliquée aux milieux vitreux, donne celle-ci :

» *Si, en un milieu vitreux, on a, à la fois, les deux inégalités*

$$(10) \quad \mu < 0, \quad 3\lambda + 2\mu < 0,$$

l'état d'équilibre initial de ce milieu, supposé visqueux ou non visqueux, ne peut demeurer stable lorsque l'on suppose fixés les divers points de la surface limite. »

PHYSIQUE. — *Sur une nouvelle espèce de rayons* N. Note de M. R. **Blondlot.**

« Des observations faites au cours d'une expérience très complexe, et dont je dois la communication à M. le Dr Th. Guilloz, m'amenèrent à soupçonner qu'il devait exister une variété de rayons N qui, au lieu d'augmenter l'éclat d'une source lumineuse faible, diminueraient au contraire cet éclat. J'entrepris de rechercher des rayons de cette nature parmi ceux qu'émet une lampe Nernst. Lorsque, antérieurement, j'avais étudié le spectre de cette émission dispersée par un prisme d'aluminium, je n'avais pas rencontré de telles radiations; je pensai, en conséquence, qu'il y avait lieu d'étudier de nouveau, plus minutieusement encore, la région très peu déviée du spectre. En explorant cette région à l'aide d'une fente étroite garnie de sulfure de calcium phosphorescent, je constatai sans difficulté que, dans certains azimuts, l'éclat de la fente diminuait sous l'action des rayons et augmentait au contraire quand on les interceptait à l'aide d'un écran mouillé : c'étaient bien les radiations cherchées; je les appellerai rayons N_1.

» Le prisme en aluminium de 27°15′ dont je m'étais servi antérieurement suffit déjà pour ces expériences; toutefois, afin d'augmenter la dispersion, j'ai employé un prisme en aluminium de 60°, puis un autre de 90°. A l'aide de ce dernier, j'ai étudié avec grand soin la région très peu déviée du spectre : le prisme était orienté de manière que l'angle d'incidence fût de 20°; pour chaque radiation, l'on mesurait la déviation et l'on en réduisait l'indice; puis l'on déterminait la longueur d'onde à l'aide d'un réseau de Brunner au $\frac{1}{200}$ de millimètre, par le procédé que j'ai décrit précédemment [1]. Le Tableau suivant donne les nombres résultant de cette étude, lesquels ont servi à construire le diagramme ci-joint, où l'on a pris pour abscisses les longueurs d'onde, et pour ordonnées les indices diminués de l'unité.

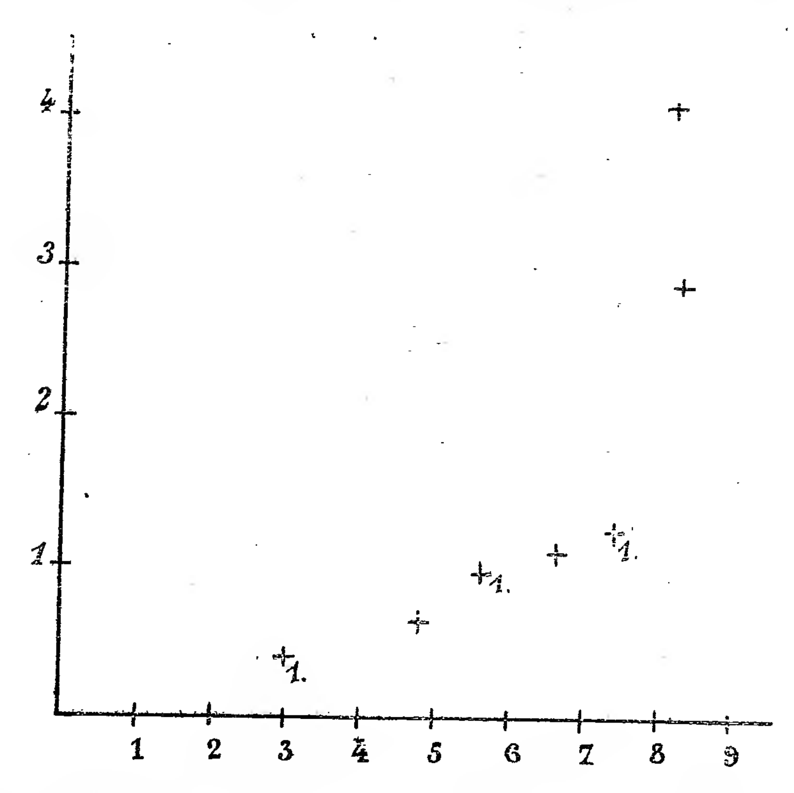
Nature des rayons.	Indices.	Longueurs d'ondes.
		μ
N_1	1,004	0,003
N	1,0064	0,0048
N_1	1,0096	0,0056
N	1,011	0,0067

[1] *Comptes rendus*, t. CXXXVIII, p. 125.

Nature des rayons.	Indices.	Longueurs d'ondes.
		μ
N_1	1,0125	0,0074
N	1,029	0,0083
N	1,041	0,0081

» Chacune des divisions marquées sur l'axe des abscisses correspond à $0^{\mu},001$, et chacune des divisions marquées sur l'axe des ordonnées correspond à un excès de l'indice sur l'unité égal à 0,01.

» Malgré tout le soin avec lequel les expériences ont été exécutées, les déviations sont si petites et, par conséquent, les indices si voisins de l'unité que le Tableau et le diagramme ne peuvent être regardés que comme une



première indication sur l'allure de la dispersion dans la portion très peu déviée du spectre. Une conséquence importante résulte de ces mesures : c'est que les points correspondant aux rayons N et les points correspondant aux rayons N_1 se placent sur une même courbe, aux erreurs d'expériences près. L'étude de radiations moins réfrangibles encore que celles auxquelles je me suis arrêté m'a semblé actuellement impraticable. Afin d'éviter la

confusion, j'ai été obligé d'employer une très grande échelle pour les ordonnées; c'est pourquoi je n'ai pu porter sur le diagramme les résultats de mes mesures antérieures concernant les rayons N plus réfrangibles [1] : ces résultats donnent des points situés sur une branche de courbe partant du point le plus élevé du diagramme vers la droite, pour s'élever presque verticalement avec une faible inclinaison dirigée de bas en haut et de gauche à droite et une légère convexité tournée vers le haut.

» Certaines sources semblent émettre exclusivement des rayons N_1, ou du moins ceux-ci dominent dans leur émission : c'est ce qui a lieu pour les fils de cuivre, d'argent et de platine étiré. M. Bichat a constaté que l'éther éthylique amené à l'état d'extension forcée par le procédé découvert par M. Berthelot émet des rayons N_1 ; lorsque cet état contraint prend fin, soit spontanément, soit sous l'action d'un léger choc, l'émission des rayons N_1 disparaît instantanément.

» Les rayons N_1 s'emmaganisent comme les rayons N : il suffit, par exemple, d'approcher un morceau de quartz d'un fil de cuivre tendu pour que le quartz émette ensuite pendant quelque temps des rayons N_1. »

PHYSIQUE. — *Particularités que présente l'action exercée par les rayons* N *sur une surface faiblement éclairée*. Note de M. **R. Blondlot**.

« Soit un écran phosphorescent, ou, plus généralement, une surface faiblement éclairée. Si l'on regarde cette surface *normalement*, on constate que l'action des rayons N la rend *plus lumineuse;* mais si, au contraire, on la regarde très obliquement, presque *tangentiellement*, on constate que l'action des rayons N la rend *moins lumineuse* : autrement dit, l'action des rayons N augmente la quantité de lumière émise normalement, tandis qu'elle diminue la quantité de lumière émise très obliquement. Si l'on regarde dans une direction intermédiaire, on ne voit aucun effet appréciable; c'est ce qui explique ce fait constaté dans toutes les expériences sur les rayons N, que seul l'observateur placé exactement en face de l'écran sensible aperçoit l'effet de ces rayons. Cela montre aussi combien il serait illusoire de chercher à rendre un auditoire témoin de ces expériences : les effets perçus par les différentes personnes, dépendant de leurs positions par rapport à l'écran, seraient forcément contradictoires ou insensibles.

---

[1] *Comptes rendus, loc. cit.*

» Les rayons que j'ai appelés rayons N_1 ont une action inverse en tout de celle des rayons N : ils diminuent la lumière émise normalement et augmentent la lumière émise tangentiellement.

» M. Macé de Lépinay a trouvé que les vibrations sonores augmentent l'éclat d'un écran phosphorescent pour un observateur qui le regarde normalement ([1]); j'ai constaté que, si l'on regarde tangentiellement l'écran, on voit au contraire la phosphorescence diminuer par l'action des vibrations sonores. Les actions d'un champ magnétique et d'une force électromotrice sur une surface faiblement lumineuse, qui ont été découvertes par M. C. Gutton ([2]), présentent les mêmes particularités.

» En résumé, dans toutes les actions mentionnées ci-dessus, la modification éprouvée par l'émission lumineuse consiste en un changement de sa distribution suivant les différentes directions comprises entre la normale et le plan tangent à la surface éclairante. »

PHYSIQUE. — *Sur la transparence de certains corps pour les rayons* N. Note de M. E. Bichat.

« Dans une Note récente j'ai donné l'explication d'une curieuse expérience de M. A. Charpentier, montrant la transmission des rayons N par des fils; j'ai fait voir que cette transmission est due à des réflexions successives des rayons dans ces fils supposés transparents pour ces sortes de radiations.

» J'ai pu, depuis, préciser cette explication en étudiant la transparence de certains corps, non plus seulement pour les rayons N pris en bloc, tels qu'ils sont émis, par une lampe Nernst, par exemple, mais pour des rayons relativement simples dispersés par un prisme en aluminium. Le corps à étudier, pris sous la forme de lame plus ou moins épaisse, était interposé successivement sur le trajet des différents rayons; un écran phosphorescent placé derrière la lame indique si elle est transparente ou non. Les rayons que j'ai employés sont ceux dont M. Blondlot a mesuré les indices ([3]). Les

([1]) *Comptes rendus,* t. CXXXVIII, p. 77; 11 janvier 1904.

([2]) *Comptes rendus,* t. CXXXVIII, p. 268; 1er février 1904.

([3]) *Comptes rendus,* t. CXXXVIII, p. 125; 18 janvier 1904. — J'ai repris la détermination de tous ces indices et j'ai trouvé une concordance complète avec les nombres donnés par M. Blondlot.

résultats obtenus sont contenus dans le Tableau suivant, où les rayons pour lesquels le corps est transparent sont indiqués par le signe ○; le signe ● désignant ceux pour lesquels il est opaque.

	Substances éprouvées.								
Indices.	Plomb.	Cuivre.	Verre.	Zinc.	Argent.	Or.	Palladium.	Nickel.	Iridium.
1,04	●	●	●	●	○	●	●	●	●
1,196	●	●	●	●	○	●	●	●	●
1,287	●	●	●	●	○	○	●	●	●
1,36	○	●	●	●	○	●	●	●	●
1,40	●	●	●	●	○	●	●	●	●
1,48	○	●	○	○	○	○	●	●	●
1,67	●	○	●	○	○	○	●	●	●
1,85	○	○	○	○	○	○	●	●	●
Épaisseur en millim.	0,1	0,66	1,64	0,76	3,0	2,02	0,5	0,2	0,1

» Il résulte de ce Tableau que la plupart des corps, sous l'épaisseur utilisée, sont opaques pour certaines radiations et transparents pour d'autres, que l'argent est transparent, même sous une épaisseur relativement grande, pour toutes les radiations, et que le palladium, le nickel et l'iridium sont complètement opaques. On peut s'étonner de voir le plomb figurer dans cette liste comme corps partiellement transparent alors que M. Blondlot, et je l'avais dit après lui, avait annoncé que ce métal est opaque pour les rayons N. La contradiction n'est qu'apparente. Le plomb, tel qu'on le trouve dans le commerce ou dans un laboratoire, est, en effet, opaque; mais il est alors plus ou moins oxydé et carbonaté. Si l'on enlève cette couche superficielle, le plomb devient transparent, au moins pour certaines radiations. Une couche de carbonate de plomb est donc opaque, même sous une faible épaisseur. Je l'ai vérifié de la façon suivante : une planchette en sapin peinte à la céruse est opaque pour les rayons N, tandis que le même bois, sous une épaisseur beaucoup plus grande, est parfaitement transparent. Le blanc de zinc est, au contraire, transparent, de telle sorte qu'on peut, au moyen des rayons N, distinguer le bois peint à la céruse du bois peint au blanc de zinc.

» Cette étude de la transparence étant faite, j'ai pu vérifier que les fils ou les tiges de certaines substances sont capables de transmettre exclusivement les radiations pour lesquelles ces substances sont transparentes. Le fil étant recourbé, une de ses extrémités reçoit, sur sa tranche, le rayon N à étudier; contre l'autre extrémité, on applique l'écran phosphorescent : la loi se vérifie complètement. Pour le cuivre, par exemple, il y a

transmission pour les radiations d'indices 1,67 et 1,85; il n'y a pas transmission pour les autres. Les seules radiations transmises par le plomb sont celles qui correspondent aux indices 1,36, 1,48, 1,85.

» Au cours de cette étude, j'ai constaté que le platine, que M. Blondlot avait trouvé opaque, à la température ordinaire, sous une épaisseur de $0^{mm},4$, qui l'est encore sous une épaisseur de $0^{mm},1$, ne l'est plus sous une épaisseur inférieure à $0^{mm},05$, pour les rayons N émis par une lampe Nernst.

» J'ai constaté également que le mercure, même sous une grande épaisseur, est transparent pour ces mêmes rayons. »

PHYSIQUE. — *Cas particuliers d'émission de rayons* N. Note de M. E. Bichat.

« Si, le long d'un tube de Natterer contenant de l'acide carbonique, et placé verticalement, on déplace de haut en bas un écran phosphorescent, on constate que la partie supérieure du tube, où il y a du gaz, ne produit aucune action sensible; que l'action commence à se produire dès qu'on parvient au niveau du liquide, et qu'elle augmente à mesure qu'on descend l'écran. Les couches profondes comprimées par la colonne liquide qui se trouve au-dessus produisent donc plus d'effet.

» On constate le même fait avec un tube à protoxyde d'azote et avec un siphon à acide sulfureux.

» Si l'on chauffe un tube à acide carbonique liquide au-dessus du point critique, à 40°, par exemple, il n'émet plus de rayons N. Si on le laisse refroidir et si, pendant ce temps, on observe, dans l'obscurité, un écran phosphorescent placé contre le tube, on constate, à un moment donné, une augmentation brusque et très notable de son éclat. Si, à ce moment, on regarde le tube à la lumière, on voit qu'au moment précis où l'écran luit plus fortement, un brouillard annonçant la liquéfaction de l'acide carbonique se produit en un point du tube.

» L'air liquide émet aussi des rayons N; il en est de même des gaz produits par son évaporation spontanée. Si l'on ferme un ballon contenant de l'air liquide par un bouchon qui porte un long tube à dégagement recourbé horizontalement, on constate que le gaz qui passe dans ce tube émet des rayons N. Cette émission par les gaz de l'air liquide continue jusqu'au moment où la dernière goutte d'air liquide s'évapore, ce qui, dans l'expérience faite, a eu lieu le sixième jour après sa fabrication.

» Il convient de rapprocher ce fait de cet autre que l'ozone émet également des rayons N; on le constate en approchant un écran phosphorescent d'un tube relié à un appareil à production d'ozone, ou d'un flacon contenant de l'ozone. »

M. LIPPMANN présente à l'Académie le Volume de la *Connaissance des Temps pour l'an* 1906, publiée par le Bureau des Longitudes.

« C'est le 228e Fascicule d'une publication qui s'est continuée sans interruption depuis sa fondation par Picard, en 1679. Le Bureau des Longitudes, depuis 1795, n'a cessé de l'accroître par d'importantes additions. Cette année, la Table des distances lunaires a été supprimée, parce que les progrès de la Chronométrie la rendait à peu près superflue. Par contre, diverses Tables utiles aux astronomes et aux explorateurs ont été accrues et complétées. »

CORRESPONDANCE.

M. le SECRÉTAIRE PERPÉTUEL signale, parmi les pièces imprimées de la Correspondance :

Un Ouvrage de M. *Cossmann* ayant pour titre : « Essais de Paléoconchologie comparée », 5e livraison. (Présenté par M. Gaudry.)

M. MICHEL LÉVY communique à l'Académie le télégramme suivant que M. Kilian lui a adressé de Grenoble, le 25 février :

Sismographe Kilian. Paulin a enregistré une secousse sismique à $7^h 8^m 29^s$ du soir; méridien de Paris, direction nord-est-est.

ASTRONOMIE. — *Observation d'une occultation d'étoile faite le 24 février 1904 à l'Observatoire de Toulouse*. Note de M. L. MONTANGÉRAND, présentée par M. Lœwy.

« L'occultation par la Lune d'étoiles de 1re grandeur étant un phénomène assez rare, j'ai pensé qu'il ne serait pas sans intérêt de communiquer à l'Académie les résultats de l'observation de l'occultation, qui a eu lieu le 24 février dernier, de l'étoile α Taureau (grandeur 1,0).

» Ce phénomène se reproduira, et pour la même étoile, 4 fois dans la présente année, les 9 juillet, 29 septembre, 23 novembre et 20 décembre. Mais, à l'ordinaire, ces occultations se présentent beaucoup moins souvent, les intervalles étant parfois de 2 et même de 3 ans. Voici, d'ailleurs, et par ordre de fréquence, les quatre seules étoiles de grand éclat qui aient été occultées dans les vingt dernières années (les coordonnées équatoriales moyennes sont données pour 1904) :

Noms.	Grandeurs.	α.	δ.
		h m	° ′
α Taureau (*Aldébaran*).......	(1,0)	4.30,5	+16.19
α Lion (*Régulus*)............	(1,3)	10. 3,3	+12.26
α Vierge (*l'Épi*).............	(1,1)	13.20,2	−10.40
α Scorpion (*Antarès*)........	(1,2)	16.23,6	−26.13

» L'occultation relatée dans la présente Note s'est produite dans des conditions très favorables.

» La Lune se trouvait à une haute déclinaison (+16° à +17°) et au moment des deux phases, immersion et émersion, au méridien ou dans le voisinage immédiat. Le ciel était très beau et, par un vent léger du NNO, les images plus que satisfaisantes.

» Je me suis servi, pour l'observation, du chronomètre sidéral Fénon n° 36 battant la demi-seconde. L'observation a été faite à la lunette pointeur (19^{cm} d'ouverture) de l'équatorial photographique.

» Voici, exprimés en temps moyen de Toulouse, les instants du commencement et de la fin de l'occultation; ces instants ont été appréciés au dixième de seconde :

Immersion (au bord obscur de la Lune)............. $6^h\ 2^m 57^s,1$
Émersion (au bord brillant)........................ $7^h 22^m 28^s,2$

» Comme il arrive toujours pour les occultations d'étoiles, Aldébaran a disparu et réapparu brusquement.

» A titre d'observation secondaire j'ai cherché, à l'œil nu, à distinguer l'étoile aussi près que possible de la Lune, qui était exactement au premier quartier, avant et après le phénomène.

» Avant la disparition, cette recherche est restée vaine en raison du crépuscule qui était encore très marqué.

» Après la réapparition, j'ai pu apercevoir Aldébaran à $7^h 46^m$, ou 24^m environ après l'émersion. L'étoile était alors à 8′ ou 9′ du bord brillant de la Lune, c'est-à-dire à une distance égale à un peu plus de la moitié du demi-diamètre. »

GÉOMÉTRIE INFINITÉSIMALE. — *Sur la déformation continue des surfaces.* Note de M. G. TZITZÉICA.

« On a donné bien des méthodes pour la recherche des surfaces S sur lesquelles il y a des réseaux qui restent invariables dans une déformation continue; cependant on n'a pas encore indiqué, je crois, le moyen d'obtenir cette déformation même. C'est cette lacune que je me suis proposé de combler dans cette Communication.

» Je suppose que l'on sait trouver une surface dont on connaît les deux formes quadratiques fondamentales

$$E\,du^2 + 2F\,du\,dv + G\,dv^2, \qquad D\,du^2 + 2\,D'\,du\,dv + D''\,dv^2.$$

On peut remplacer la première forme par l'élément linéaire

$$(1) \qquad d\sigma^2 = e\,du^2 + 2f\,du\,dv + g\,dv^2$$

de la représentation sphérique, puisque dans notre cas $D' = 0$, et

$$(2) \qquad E = \frac{gD^2}{eg - f^2}, \qquad F = -\frac{f\,DD''}{eg - f^2}, \qquad G = \frac{eD''^2}{eg - f^2}.$$

» Pour trouver une surface S à déformation continue il faudra prendre pour (1) une des trois formes données par M. Demoulin (*Comptes rendus*, 1901) et pour D et D'' des solutions du système

$$(3) \qquad \frac{\partial D}{\partial v} = \left\{ {12 \atop 1} \right\} D - \left\{ {11 \atop 2} \right\} D'', \qquad \frac{\partial D''}{\partial u} = \left\{ {12 \atop 2} \right\} D'' - \left\{ {22 \atop 1} \right\} D,$$

où les symboles de Christoffel se rapportent à la forme (1).

» Une surface S étant déterminée, je vais montrer maintenant comment on en peut obtenir la déformation continue. Nous aurons, d'après les résultats de M. Demoulin, trois cas à étudier.

» I. L'élément linéaire de la représentation sphérique d'une surface S_k déformée de S est

$$d\sigma_k^2 = \frac{du^2}{k^2} - 2\cos 2\omega\,du\,dv + k^2\,dv^2,$$

où ω est une solution de $\frac{\partial^2 \omega}{\partial u\,\partial v} = \sin\omega\cos\omega$ et k une constante arbitraire;

de même les quantités analogues à D et D″ sont

$$D_k = \frac{D}{k}, \qquad D''_k = k D''.$$

On voit tout de suite que l'élément de S_k est le même que celui de S, surface que l'on retrouve en faisant $k = 1$.

» II. Cette fois-ci, on a

$$d\sigma_k^2 = e^v\left(\lambda^2 du^2 + 2\frac{\partial\varphi}{\partial u} du\, dv + \frac{\varphi}{\lambda^2} dv^2\right),$$

où $\lambda = \sqrt{1 + ke^{-v}}$, k une constante arbitraire et φ une solution d'une certaine équation aux dérivées partielles du troisième ordre qui ne dépend pas de k; de même

$$D_k = \lambda D, \qquad D''_k = \frac{D''}{\lambda}.$$

On retrouve S en faisant $k = 0$.

» III. Enfin, pour la dernière classe, on a

$$d\sigma_k^2 = \lambda^2 \frac{\frac{\partial\varphi}{\partial u}}{u+v} du^2 - 2\frac{\partial^2\varphi}{\partial u\, \partial v} du\, dv + \frac{1}{\lambda^2}\frac{\frac{\partial\varphi}{\partial v}}{u+v} dv^2,$$

où $\lambda = \sqrt{\frac{1+kv}{1-ku}}$, k une constante arbitraire et φ une solution d'une certaine équation aux dérivées partielles du quatrième ordre.

» On aura ensuite

$$D_k = \lambda D, \qquad D''_k = \frac{D''}{\lambda},$$

et l'on retrouvera la surface initiale S en faisant $k = 0$.

» Il n'est pas difficile, bien qu'un peu long, de vérifier que les différentes formes quadratiques $d\sigma_k^2$ sont des éléments linéaires de la sphère et que D_u et D''_k vérifient les équations qui correspondent à (3). »

MÉCANIQUE. — *Sur le frottement de pivotement.* Note de M. L. **Lecornu**, présentée par M. Léauté.

« D'après les recherches publiées, en 1876, par M. Léauté, le couple résistant qui, par l'effet du frottement de glissement, prend naissance dans le pivotement relatif de deux corps est proportionnel à la longueur de l'ellipse limitant la petite aire de contact. Ce remarquable résultat a

été obtenu en partant d'une hypothèse simple sur la déformation des deux corps due à leur pression mutuelle : on admet qu'en prenant pour position initiale celle où les deux corps se touchent en un seul point P, avec pression nulle, le déplacement éprouvé (avant le pivotement) par chaque point de l'un des corps pour venir en coïncidence avec un point de l'autre corps est parallèle à la normale commune en P et que la pression finale est partout proportionnelle à l'écart primitif des points amenés ainsi en coïncidence. Résal, dans sa *Mécanique générale*, avait déjà admis cette hypothèse, analogue à celles que l'on fait dans la théorie de la résistance des matériaux, et nous la qualifierons, pour abréger, *hypothèse de Résal*.

» En 1882, Hertz a appliqué la théorie mathématique de l'élasticité à l'étude du contact de deux corps pressés normalement l'un contre l'autre. Comme il fallait s'y attendre, les conclusions auxquelles il est parvenu ne concordent qu'imparfaitement avec celles qu'on déduit de l'hypothèse de Résal. Les déplacements, au lieu d'être normaux au plan tangent commun, sont inclinés sur ce plan, et la répartition des pressions, à l'intérieur de l'aire de contact, n'obéit pas à la loi prévue. Néanmoins, le théorème de M. Léauté demeure exact, ainsi que je vais le montrer.

« Les calculs de Hertz établissent que, si l'on désigne par P la pression totale, et par a, b les demi-axes de l'ellipse limite, la pression p au point dont les coordonnées, dans le plan tangent commun, sont x, y, a pour valeur

$$p = \frac{3P}{2\pi ab}\sqrt{1 - \frac{x^2}{a^2} - \frac{y^2}{b^2}}.$$

» L'hypothèse de Résal conduit, pour la même pression, à la valeur

$$p' = \frac{2P}{\pi ab}\left(1 - \frac{x^2}{a^2} - \frac{y^2}{b^2}\right).$$

Ce sont là deux expressions bien différentes, mais qui ont pour caractère commun de demeurer constantes le long de l'ellipse

$$\frac{x^2}{a^2} + \frac{y^2}{b^2} = \lambda^2,$$

homothétique à l'ellipse limite. Or la démonstration géométrique de M. Léauté s'appuie uniquement sur cette propriété. Elle se ramène à ceci : Soient ds un élément linéaire de l'ellipse (λ), r le rayon vecteur correspondant, θ l'angle de ds et de r, f le coefficient de frottement. Le moment du frottement développé dans la zone comprise entre les deux

ellipses infiniment voisines (λ) et $(\lambda + d\lambda)$ est

$$M = fp \frac{d\lambda}{\lambda} \int r^2 \sin\theta \, ds.$$

Soient α, β les demi-axes de l'ellipse λ et ds' l'élément de la même ellipse associé à ds, quand on fait correspondre au rayon r le rayon conjugué r'; on trouve sans peine

$$r^2 \sin\theta \, ds = \alpha\beta \, ds'.$$

L'intégrale précédente prend ainsi la forme

$$fp \frac{d\lambda}{\lambda} \alpha\beta \int ds'.$$

D'ailleurs

$$\alpha\beta = ab\lambda^2,$$

et, si E désigne l'ellipse limite,

$$\int ds' = E\lambda.$$

Il vient donc

$$M = fpab E\lambda^2 \, d\lambda.$$

Le moment total est

$$fab E \int_0^1 p\lambda^2 \, d\lambda.$$

Il est proportionnel à E, quelle que soit la relation existant entre p et λ. Le théorème de M. Léauté subsiste donc dans tous les cas.

» En remplaçant p par sa valeur $\frac{3P}{2\pi ab}\sqrt{1-\lambda^2}$ donnée par Hertz, on trouve que le moment du frottement est

$$\frac{3fEP}{32} = 0,093 fEP.$$

» En prenant pour p la valeur de Résal $p' = \frac{2P}{\pi ab}(1-\lambda^2)$, le moment devient

$$\frac{4}{15\pi} fEP = 0,085 fEP.$$

Il y a un écart de 10 pour 100 environ entre les deux résultats.

» Observons que l'emploi de la théorie de Hertz comporte lui-même certaines réserves. D'abord Hertz admet que les surfaces en contact sont parfaitement polies, ce qui est contradictoire avec l'existence du frottement de glissement. Mais, pourvu que celui-ci ne soit pas trop grand, il ne

saurait modifier beaucoup les pressions normales. D'autre part, la théorie mathématique de l'élasticité cesserait de s'appliquer si la limite d'élasticité était dépassée, circonstance qui, vu la petitesse de l'aire de contact, peut survenir assez vite. Hertz, qui a prévu cette objection, a vérifié expérimentalement, pour des variations de pression assez étendues, l'exactitude de ses calculs. D'autres vérifications ont été faites en 1900 par le professeur Stribeck. D'ailleurs la résistance au pivotement ne saurait être sensiblement altérée par un léger dépassement de la limite d'élasticité, cet effet devant se produire surtout vers le centre du contact, c'est-à-dire dans la région où le glissement est négligeable.

» La théorie de Hertz permet de calculer, en fonction des courbures des deux surfaces, pour une pression totale donnée, les deux axes a, b et par conséquent le contour E. Ces formules sont fort compliquées; mais elles se simplifient quand on se borne à considérer le contact d'une bille sphérique avec un cône, et elles ont été, pour ce cas particulier, traduites en Tables numériques par M. Heerwagen. J'ai utilisé ces Tables pour examiner ce qui arrive lorsqu'une bille roule et pivote entre deux cônes parallèles, comme cela a lieu avec les roulements à billes. J'ai trouvé que la résistance au pivotement est plus grande au contact du cône extérieur (vulgairement appelé *cuvette*) qu'au contact du cône intérieur. Il faut en conclure que le pivotement tend à se produire exclusivement entre la bille et le cône intérieur, et l'observation montre en effet que le cône s'use plus vite que la cuvette. »

MÉCANIQUE APPLIQUÉE. — *Méthode pour l'étude expérimentale des mouvements secondaires sur les véhicules en marche.* Note de M. **Sabouret**, présentée par M. Alfred Picard.

« Les mouvements secondaires dont nous poursuivons l'étude sont les mouvements relatifs irréguliers qui se produisent sur les véhicules en marche, entre des pièces qui ne sont pas liées invariablement; par exemple : les variations de flèche des ressorts, les oscillations des essieux, des bogies ou des balanciers compensateurs, de part et d'autre de leur position normale, etc. Sur un chemin de fer, l'observation de ces mouvements peut servir, soit à l'inspection de la voie, soit à la recherche des améliorations possibles dans l'allure des voitures ou des machines.

» Les oscillations linéaires d'un point sont recueillies par des *explora-*

teurs linéaires et la vitesse acquise dans les secousses est mesurée par un *explorateur balistique.* Les indications reçues par les explorateurs sont transmises à distance et groupées dans un *enregistreur unique.*

» Le mode de transmission adopté est le dispositif pneumatique de Marey, qui permet de reproduire, avec une précision suffisante, même à la distance de 20^m, des mouvements dont la durée est supérieure à un dixième de seconde, limite qui n'est pas atteinte sur les véhicules de chemins de fer, en raison même de l'importance des masses en jeu.

» La transmission pneumatique présente certaines qualités qui en augmentent notablement la valeur dans le cas qui nous occupe.

» 1° *Mouvements combinés.* — Si l'on réunit les tubes venant de deux explorateurs en un seul tube qui aboutit à un tambour enregistreur unique, celui-ci enregistre à tout moment la somme algébrique des déplacements recueillis par les deux explorateurs. Par exemple, en ajoutant les variations de flèche des deux ressorts d'un essieu, on enregistre la variation de la charge totale de l'essieu; en retranchant les déplacements des deux extrémités d'une droite, dans un plan, on mesure directement les variations angulaires de la droite. Nous avons, là aussi, un moyen commode et précis de constater la coïncidence dans le temps de deux mouvements très différents.

» 2° *Mouvements dédoublés.* — En dédoublant le tube venant d'un explorateur on peut recueillir deux enregistrements différents d'un même mouvement.

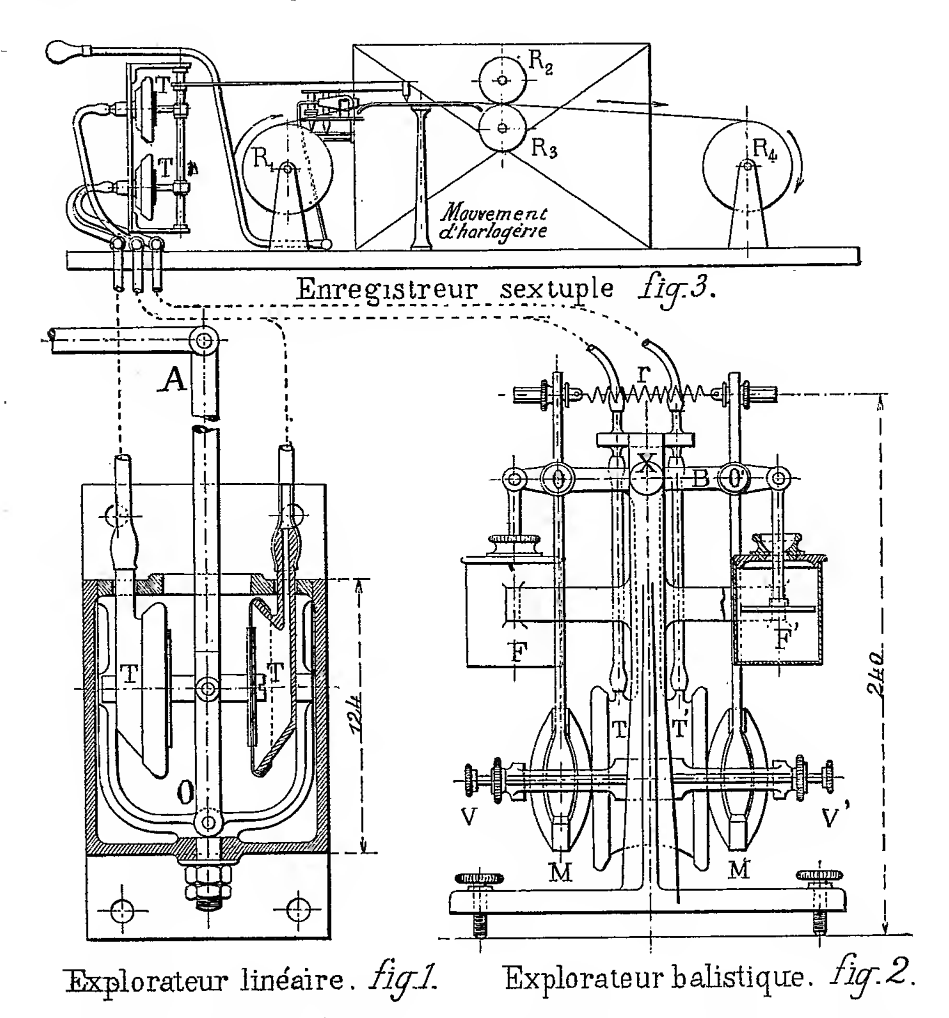
» 3° *Compensation de la température.* — On peut compenser les effets de température en montant deux transmissions complètes en différentiel.

» L'explorateur linéaire (*fig.* 1) est un simple levier OA, dont l'axe O est supporté par un bâti qu'on fixe à une pièce du véhicule et dont l'extrémité A est reliée par une bielle au point d'une autre pièce qui se déplace relativement à la première. Les déplacements angulaires du levier agissent sur les membranes de deux tambours pneumatiques T; le premier sert à l'enregistrement du mouvement simple, le second permet la combinaison avec un autre mouvement.

» L'explorateur balistique (*fig.* 2) se compose essentiellement de deux masses pendulaires, M et M′, appuyées dans leur position verticale par un ressort commun *r* contre le bâti qui porte leurs axes O et O′. Un des pendules mesure les chocs à droite, l'autre les chocs à gauche; chaque oscillation est amortie par la butée du pendule contre le support.

» Dans l'observation des secousses transversales, s'il n'y a pas équilibre, au passage des courbes, entre le devers de la voie et la force centrifuge du train, l'indication des pendules est faussée. M. Marcel Dubois nous a indiqué un moyen simple et élégant de

corriger ce défaut : le bâti qui porte les deux masses est suspendu à un axe X et forme lui-même un pendule dont les oscillations sont amorties par un double frein à la glycérine, F et F'. Ce frein laisse le bâti prendre sa position d'équilibre sous l'action relativement lente de la force centrifuge et du devers; mais sa lenteur l'empêche d'absorber les secousses rapides, qui continuent d'agir sur les deux masses M et M'.



Explorateur linéaire. *fig. 1.* Explorateur balistique. *fig. 2.*

» L'enregistreur (*fig.* 3), construit par M. Jules Richard, concentre les graphiques de six mouvements différents. Le papier se déroule à volonté proportionnellement au temps ou à l'espace. Par des repères à la main, on note les points spéciaux du parcours, et l'on rapporte ainsi chaque observation à l'emplacement correspondant de la voie et à la vitesse du train.

» *Résultats.* — L'expérience nous a montré que l'on relève très exacte-

ment les particularités de la voie, en enregistrant les deux déplacements principaux d'un bogie de voiture.

» Dans certaines voitures à allure médiocre, nous avons constaté que les secousses transversales *horizontales* ont une fréquence double de celle des oscillations *verticales* des ressorts de suspension. L'observation de ce cas curieux de résonance nous indiquera presque sûrement le moyen d'améliorer la voiture.

» Nous nous proposons de poursuivre la comparaison des véhicules entre eux et, sur un même véhicule, d'organes disposés de diverses façons. »

PHYSIQUE. — *Sur le diastoloscope et les résultats qu'il a permis d'obtenir.* Note de M. C. **Chabrié**, présentée par M. Moissan.

« L'appareil d'optique que je propose de nommer le *diastoloscope* (de διαστολή, dilatation, et σκοπός, celui qui observe) est construit d'après le principe exposé précédemment (¹) et représenté par la figure 1.

» Il consiste en une monture en cuivre servant de support à un cône à base circulaire en cristal dont l'axe est dans le prolongement de celui d'un autre cône circulaire de même substance, plus petit, monté à l'extrémité d'un tube de cuivre, glissant à frottement doux à l'intérieur de la première monture, afin que l'on puisse faire varier la distance des deux cônes.

» Le tube qui soutient le cône le plus petit est engagé par sa partie inférieure dans un autre tube de même métal dans le but de pouvoir donner une longueur variable à l'appareil en faisant glisser ces deux tubes l'un dans l'autre.

» L'appareil s'adapte à la place de l'oculaire d'un microscope; ses dimensions sont calculées en conséquence.

» *Pour s'en servir,* on dispose un microscope muni d'un objectif et dépourvu de son oculaire à la partie inférieure d'une chambre noire montée sur quatre colonnes verticales. On met au point, de manière que l'image fournie par l'objectif et recueillie sur un verre dépoli placé au fond de la chambre noire, soit nette. On a choisi un objectif d'un numéro tel que cette image de l'objet placé sur la platine du microscope ait une grandeur suffisante.

» On enlève alors le verre dépoli; on introduit l'appareil décrit plus haut à l'intérieur de la chambre noire, et on le place à l'endroit où l'on adapte ordinairement l'oculaire du microscope.

(¹) Voir C. Chabrié, *Comptes rendus,* t. CXXXVIII, p. 265, et t. CXXXVIII, p. 349. Séances du 1er et du 8 février 1904.

Fig. 1.

Fig. 2.

Fig. 4.

Fig. 3.

Fig. 5.

» En faisant glisser les unes dans les autres les diverses pièces concentriques du diastoloscope, on arrive rapidement à régler la distance des deux cônes et la longueur de l'appareil, de manière à obtenir sur le verre dépoli replacé au fond de la chambre noire une image nette de l'objet à examiner, en remettant au point s'il y a lieu.

» On peut substituer au verre dépoli, sur lequel on a déjà une image assez nette et facile à étudier, une glace polie sur laquelle on examine les détails de l'image avec un oculaire. On fera mieux de substituer à cette glace une plaque photographique qui fixera l'image.

» On voit que l'appareil est formé de deux cônes. D'après la théorie exposée dans les Notes précédentes, il semblerait qu'un seul soit suffisant. Cependant, l'expérience m'a montré que l'addition du cône supérieur, dont l'angle au sommet est plus grand que celui du cône inférieur, est avantageuse parce qu'elle évite en grande partie les effets fâcheux de la dispersion qui nuit à la netteté des images.

» Je n'indique pas d'une manière plus précise les constantes numériques des parties de l'appareil, parce que je me réserve de les modifier encore.

» J'ai dit (*Comptes rendus*, t. CXXXVIII, p. 267) que je chercherais si, en recevant les rayons lumineux sur un cône argenté, je n'aurais pas une image par réflexion plus nette. Jusqu'ici, l'image par réfraction a été plus lumineuse, mais je continue l'étude des images par réflexion.

» Enfin, je dois faire observer que la clarté de l'image est plus grande avec cet appareil qu'avec un microscope donnant un fort grossissement, parce que la surface de l'image ne dépend ici que de celle de ce que j'ai appelé le *cercle-objet* (lorsque les distances des parties de l'appareil ont été réglées) et que le rapport de ces deux surfaces est beaucoup plus petit que dans le cas des images semblables aux objets fournies par les microscopes.

» Le grossissement sera calculé d'après la formule établie (*Comptes rendus*, t. CXXXVIII, p. 350).

» Les figures 2 et 3 montrent des diatomées dont les images sont recueillies par projection avec un microscope sans oculaire, mais avec les objectifs n°s 5 et 8.

» Les figures 4 et 5 représentent ce que deviennent les images précédentes lorsque l'on a introduit le diastoloscope.

» L'appareil qui produit ces résultats est fort peu coûteux à cause de sa grande simplicité. Son effet étant de dilater considérablement les parties centrales du cercle-objet, justifie le nom que je lui ai donné.

» Je pense que j'obtiendrai des images encore plus nettes pour les parties les plus dilatées parce que les considérations théoriques qui pourraient être invoquées pour limiter les grossissements à obtenir ne me semblent pas telles qu'on ne puisse espérer réaliser des grossissements de 5000

à 6000 diamètres et même un peu plus, ce qui constituerait déjà un progrès sensible. »

ÉLECTRICITÉ. — *Stato-voltmètre. Appareil mesurant de 2 à 40000 volts en équilibre stable.* Note de M. V. Crémieu, présentée par M. H. Poincaré.

« Il n'existe pas d'appareil sensible et d'un usage commode qui permette de mesurer électrostatiquement toute l'échelle des potentiels électriques.

» C'est là une lacune que l'appareil suivant permet de combler. Il est basé sur l'emploi d'une méthode de zéro consistant essentiellement à équilibrer une attraction électrostatique, dont la variation est réglée par une forme convenable des organes chargés, par une répulsion électrodynamique.

» Un levier métallique AB est suspendu horizontalement par un fil métallique fin et maintenu par sa partie inférieure par un second fil métallique fixé au socle de l'appareil. Ces deux fils sont isolés l'un de l'autre. L'extrémité A du levier porte un court cylindre métallique D, de 6^{cm} de diamètre intérieur; concentriquement à D se trouve un cône métallique C; il est fixé au socle de l'appareil de façon que son axe horizontal soit perpendiculaire à la section normale de D. La base du cône a un diamètre de 59^{mm}; le cône peut glisser le long d'une tige cylindrique de 8^{mm} de diamètre concentrique à son axe; on peut ainsi amener la base du cône C à coïncider avec la base du cylindre D, ou bien écarter ces deux plans de 7^{cm}. Le cylindre D est constamment relié au sol et l'on relie le cône à la source dont on veut mesurer le potentiel. L'extrémité B du levier mobile porte une bobine E, qui se déplace en regard d'une bobine fixe E_1; ces deux bobines sont disposées de façon qu'en y faisant circuler un même courant elles se repoussent. Un amortisseur à huile rend apériodiques les mouvements du système mobile ainsi constitué.

» Quand on charge le cône C, l'électricité s'y distribue de façon telle que la densité superficielle est, en chaque point, à peu près en raison inverse du rayon de la section droite du cône en ce point. Les surfaces d'égale densité électrique seront donc des cônes concentriques à C, mais d'angle différent.

» L'attraction exercée par C sur le cylindre mobile D est, pour chaque position relative de ces deux organes, proportionnelle à la variation $\frac{dC}{dr}$ de capacité C correspondant à un déplacement dr du cylindre.

» La valeur de $\frac{dC}{dr}$ dépend de la forme des surfaces d'égale densité électrique superficielle, qui dépend elle-même de l'angle du cône C.

» On a donné à cet angle une valeur telle que la force attractive exercée

sur l'anneau, pour un même voltage, varie de 20 à 1 quand on passe de l'une à l'autre des positions extrêmes que l'on peut donner au cône.

» Dans la première de ces positions, l'attraction présente son maximum, qui est d'ailleurs fini; la distance entre C et D est réduite à un demi-millimètre. Les plus faibles voltages produisent des mouvements très appréciables. Dans la seconde position, la distance entre C et D se trouve portée à 26^{mm}, suffisante pour éviter les étincelles ou aigrettes pour des voltages de 40000 volts.

» A la force attractive ainsi réalisée on oppose une répulsion électrodynamique produite entre E et E_1. La variation $\frac{dF}{de}$ de cette répulsion obéit à une loi de même forme que l'attraction qu'elle est destinée à équilibrer, et l'on obtient ainsi des positions d'équilibre stables du système mobile.

» *Mesure*. — La mesure des potentiels se fait de la façon suivante : on règle la torsion des fils de suspension de AB jusqu'à obtenir un zéro convenable, correspondant à une distance de quelques dixièmes de millimètre entre les bobines E et E_1. On donne au cône C une position telle que sa distance au cylindre soit suffisante pour le voltage à mesurer V, puis on change ce cône. Le système dévie; on règle alors, avec une boîte de résistance, l'intensité i du courant d'une pile envoyé dans les bobines jusqu'à ramener le système à son zéro initial.

» On a alors équilibre entre une attraction proportionnelle à V^2 et une répulsion proportionnelle à i^2. Pour une même position relative de C et D, les voltages à mesurer sont donc entre eux comme l'inverse des résistances interposées sur le circuit de la pile.

» *Étalonnage de l'appareil*. — Si l'on dispose d'un galvanomètre, l'étalonnage peut se faire sans avoir une source à potentiel connu. Il suffira, en effet, d'utiliser une même source pour produire, d'une part, l'attraction électrostatique, et, d'autre part, la répulsion électrodynamique antagoniste. Un galvanomètre, placé sur le circuit des bobines E et E_1, donnera une intensité i. Soient R la résistance lue à la boîte, R_1 la résistance des bobines E et E_1, R_2 la résistance du galvanomètre. On a évidemment, pour le potentiel V à mesurer,

$$V = i(R + R_1 + R_2),$$

et cette simple mesure donne le coefficient K de l'appareil.

» D'ailleurs, le cône C porte un index qui se déplace le long d'une graduation chiffrée. En répétant l'étalonnage pour trois positions du cône

repérées sur cette graduation, on aura, par interpolation, l'étalonnage complet de l'appareil.

» Cette méthode élimine toutes les erreurs qui pourraient provenir d'un décentrage accidentel des bobines E, E_1, ou de leur défaut de parallélisme.

» Le zéro, indiqué soit par une graduation fixée dans l'appareil, soit par une méthode optique, est arbitraire; l'étalonnage de l'appareil est rapide et facile à répéter. On pourra donc toujours choisir le zéro de façon à retrouver le même coefficient K. Ceci permet de dresser une fois pour toutes un Tableau donnant, pour une résistance R et chacune des positions du cône C, le voltage correspondant.

» *Étalonnage en valeur absolue.* — Pour étalonner l'appareil en valeur absolue, en fonction du couple de torsion des fils fixés au levier mobile, on enlève le bain d'huile amortisseur, et l'on mesure la durée d'oscillation du système mobile. On fixe ensuite sur le levier AB, à égale distance de l'axe, deux petites sphères de poids égaux. On mesure la nouvelle durée d'oscillation. De ces deux durées on déduit le couple de torsion W des fils.

» On enlève alors les sphères, et l'on rétablit le bain d'huile. Puis on donne au fil, à partir du zéro choisi pour les mesures, une torsion connue; et l'on cherche quelle est l'intensité à envoyer dans les bobines E, E_1 pour équilibrer cette torsion.

» La distance l du centre de E aux fils étant connue, on a ainsi la valeur absolue du couple correspondant à une intensité connue. D'ailleurs, le centre du cylindre D est fixé à la même distance l des fils.

» A l'aide du Tableau primitivement dressé pour l'appareil, on a ainsi une relation simple entre les voltages à mesurer et un couple connu.

» L'appareil se prête également à la mesure des voltages alternatifs.

» Je suis heureux de remercier MM. Pellin de l'ingéniosité et du soin qu'ils ont apportés à la construction de ce stato-voltmètre, dont ils ont su faire un appareil simple et commode. »

ÉLECTRICITÉ. — *Sur la rotation magnétique du plan de polarisation des rayons* N. Note de M. **H. Bagard**, présentée par M. Mascart.

« Étant donnée l'extrême petitesse des longueurs d'onde des rayons N, d'après les belles déterminations qu'a publiées tout récemment M. Blondlot, il était à présumer que le phénomène de la polarisation rotatoire magnétique se manifesterait, pour ces rayons, à un degré beaucoup plus élevé

que pour la lumière ordinaire. C'est effectivement ce que j'ai pu vérifier, après être parvenu à obtenir, par réflexion sur une lame de verre poli, les polarisations complètes successives des huit faisceaux distincts qu'a découverts M. Blondlot, à la sortie d'un prisme d'aluminium.

» Les rayons N, produits par une lampe Nernst, sont séparés des radiations étrangères par des écrans d'aluminium et de bois. Deux ouvertures circulaires de 6^{mm} de diamètre, pratiquées dans deux écrans de carton mouillé, distants de $0^{m},40$, limitent un pinceau horizontal de ces rayons, qui est reçu normalement sur un prisme d'aluminium ayant un angle réfringent de 30° et dont l'arête est verticale. Les faisceaux émergents tombent sur une lame de verre verticale, qui sert de polariseur; cette lame est montée sur la plate-forme d'un cercle divisé de grandes dimensions ($0^{m},80$ de diamètre). La seconde alidade porte, à une distance de $0^{m},70$ de l'axe de ce cercle, une seconde lame de verre identique, à laquelle on peut donner toutes les orientations et qui joue le rôle d'analyseur; à cet effet, un petit écran de sulfure de calcium est disposé dans un tube de laiton enveloppé d'une gaine de plomb, dont on amène l'axe dans la direction géométrique du faisceau réfléchi sur ce second miroir. Par suite de la dispersion considérable produite par le prisme, un seul des faisceaux tombe à la fois sur l'analyseur. Pour éviter l'effet dû au rayonnement secondaire du verre, j'ai dû prendre la précaution de ne recevoir le faisceau sur l'analyseur que pendant un temps très court, juste suffisant pour permettre de saisir l'effet produit.

» J'ai reconnu ainsi qu'il y avait polarisation complète pour les incidences (principales) que je rapporte ci-dessous :

Numéros d'ordre des faisceaux	I.	II.	III.	IV.	V.	VI.	VII.	VIII.
Indices de réfraction de l'aluminium (d'après M. Blondlot)	1,04	1,19	1,29	1,36	1,40	1,48	1,68	1,85
Incidences principales observées	57°20′	60°30′	62°10′	63°50′	64°25′	65°45′	69°10′	71°
Indices de réfraction du verre (calculés)	1,56	1,77	1,89	2,03	2,09	2,22	2,63	2,90

» Dans la dernière ligne de ce Tableau, j'indique les indices correspondants du verre, calculés d'après ces incidences principales; on voit que tous ces faisceaux se propageraient une fois et demie plus vite dans l'aluminium que dans le verre.

» Dans un premier essai relatif à la polarisation rotatoire magnétique, j'ai cherché à limiter, autant que possible, l'action magnétique, dans la direction du faisceau polarisé, à la seule substance transparente étudiée, en employant, pour produire l'aimantation, un électro-aimant en fer à cheval, de dimensions d'ailleurs restreintes. L'axe du pinceau polarisé de rayons N passait à une distance invariable (1^{cm}) des bords extérieurs rectilignes et verticaux (longs de 5^{cm}) des pièces polaires, et, en regard de l'intervalle de celles-ci, il traversait normalement la lame transparente, dans une région où la distribution du champ est encore assimilable à celle d'un champ uniforme. Grâce aux dimensions considérables de l'appareil, j'ai pu disposer l'élec-

tro-aimant à une grande distance de l'analyseur; d'ailleurs, un tube de fer épais, enveloppant le tube qui contenait le sulfure, a permis, grâce au champ sensiblement uniforme développé dans son intérieur, de protéger le sulfure contre l'effet découvert par M. Gutton.

» Dans ces conditions, j'ai reconnu les caractères essentiels de la polarisation rotatoire magnétique. Je me bornerai à donner ici, dans le Tableau suivant, les moyennes de valeurs très concordantes que j'ai obtenues pour les rotations subies par le plan de polarisation de chaque faisceau, à la traversée d'une lame de 2^{cm} d'épaisseur d'aluminium ou de sulfure de carbone, dans une région où le champ invariable avait une intensité moyenne de 52 *gauss seulement* (pour un courant constant de $0^{amp},19$ dans l'enroulement). Ces rotations sont d'ailleurs en relation droite avec le sens du champ.

Numéros d'ordre des faisceaux	I.	II.	III.	IV.	V.	VI.	VII.	VIII.
Rotations observées :								
1° Avec l'aluminium	45°10′	40°30′	37°	27°30′	22°45′	20°15′	19°	12°30′
2° Avec le sulfure de carbone	54°30′	51°	45°30′	38°45′	33°45′	32°30′	25°	21°30′

» Avec des champs de l'ordre de grandeur de ceux qu'on emploie couramment, on aurait des rotations comprenant des nombres plus ou moins considérables de tours complets, comme les rotations naturelles d'un quartz épais pour la lumière ordinaire.

» On voit, en outre, que la dispersion rotatoire, très considérable, a l'allure habituelle, la rotation étant d'autant plus forte que la longueur d'onde (qui varie dans le même sens que l'indice de l'aluminium d'après les mesures de M. Blondlot) est elle-même plus petite.

» En faisant traverser, avec le même appareil et dans des conditions absolument identiques aux précédentes, à un faisceau de lumière blanche, polarisée à peu près complètement sous l'incidence de 56°30′, une lame de sulfure de carbone de même épaisseur (2^{cm}), l'effet obtenu n'était guère sensible qu'à la condition de recourir à l'artifice de l'inversion du champ; le calcul indique, en effet, que pour cette valeur du champ, de 52 gauss, la rotation devait être seulement d'environ 4′.

» Les résultats que je viens de mentionner ne sont qu'une première indication de l'ordre de grandeur du phénomène, dont j'entreprends actuellement une étude méthodique avec les différents milieux transparents aux rayons N, soumis à des aimantations bien déterminées. »

ÉLECTRICITÉ. — *Sur l'action des champs magnétiques sur les substances phosphorescentes*. Note de M. C. GUTTON, présentée par M. H. Poincaré.

« Des expériences décrites dans une Note précédente (¹) ont montré que des taches de sulfure de calcium phosphorescent deviennent plus visibles lorsqu'on les place dans un champ magnétique non uniforme, et qu'au contraire un champ uniforme est sans action. J'ai cherché si un champ uniforme, dont l'intensité varie, pouvait agir.

» L'écran phosphorescent est placé au milieu d'une bobine de $63^{cm},7$ de longueur et de 13^{cm} de diamètre. Cette bobine porte une seule couche de fil régulièrement enroulé, le nombre total des tours est 1050. Si l'on fait passer dans la bobine un courant constant d'intensité égale à $0^{amp},4$, l'éclat de la phosphorescence n'est pas modifié par le champ uniforme de la bobine; mais si, à l'aide d'un rhéostat à sulfate de cuivre, intercalé dans le circuit, on fait décroître l'intensité du courant d'une manière continue jusqu'à $0^{amp},05$ le sulfure devient plus visible. Cette augmentation de la phosphorescence dure tant que l'intensité du courant et par suite celle du champ magnétique diminuent.

» Le même effet se produit quand on augmente l'intensité du courant. Lorsqu'on fait varier le courant périodiquement entre $0^{amp},05$ et $0^{amp},4$ en manœuvrant le rhéostat, l'augmentation d'éclat du sulfure dure aussi longtemps que les variations d'intensité du courant.

» Un champ uniforme d'intensité variable agit donc sur le sulfure phosphorescent.

» Lors d'une rupture ou d'une fermeture brusque du courant, on ne perçoit pas d'augmentation d'éclat correspondant à la variation très rapide du champ magnétique. Cela tient, sans doute, à ce que cette variation est de trop courte durée; l'action d'un champ magnétique sur l'écran phosphorescent, n'étant pas instantanée, ne peut produire dans un temps très court d'effet appréciable. L'effet d'une variation moins rapide mais plus durable est, au contraire, facile à observer.

» La variation d'intensité du champ de la bobine produit dans le sulfure phosphorescent des forces électromotrices d'induction. On peut aussi en produire en conservant au champ une intensité constante; il suffit de déplacer la bobine, en laissant l'écran immobile.

» Tout déplacement de la bobine dans une direction perpendiculaire à son axe produit une augmentation d'éclat de la phosphorescence, or, pendant le mouvement, les

(¹) *Comptes rendus*, t. CXXXVIII, 1904, p. 268.

lignes de force magnétique coupent l'écran et y produisent des forces électromotrices. En déplaçant la bobine parallèlement à son axe, les lignes de force à l'intérieur ne changent pas de position et ne produisent pas de forces électromotrices, on ne constate aucune action sur la substance phosphorescente.

» Un champ uniforme agit donc sur le sulfure phosphorescent pendant que des changements d'intensité ou de position des lignes de force produisent dans l'écran des forces électromotrices d'induction. Un déplacement qui ne produit pas de forces électromotrices est sans effet.

» Dans toutes ces expériences, j'ai déplacé la bobine et non le sulfure, car l'observation de la phosphorescence n'est facile que si le sulfure est immobile.

» Au lieu de produire des forces électromotrices par des courants, on peut les produire par des aimants et vérifier que, chaque fois que le sulfure phosphorescent est le siège de forces électromotrices d'induction, il devient plus visible. Loin d'un barreau aimanté immobile, le champ est assez faible et assez uniforme pour ne pas produire sur l'écran d'action sensible, mais, dès que l'on agite l'aimant, l'écran devient plus lumineux. Un barreau aimanté agité dans une chambre voisine de celle où l'on observe la phosphorescence produit un effet bien visible.

» Si, au-dessous d'un écran phosphorescent protégé contre les rayons N par une feuille de plomb, on fait tourner un aimant autour de son axe, la phosphorescence devient plus visible. Dans cette expérience, la distance de l'écran à l'aimant était assez grande pour qu'on n'aperçoive aucune action de l'aimant au repos.

» En résumé, *chaque fois que des variations d'intensité d'un champ magnétique ou des déplacements des lignes de force produisent des forces électromotrices à l'endroit où se trouve le sulfure phosphorescent, on observe une augmentation d'éclat de la phosphorescence.* »

ÉLECTRICITÉ. — *Aspect des étincelles données avec un interrupteur Wehnelt par le secondaire de la bobine à la fermeture et à l'ouverture du courant primaire.* Note de M. Gagnière, présentée par M. H. Poincaré.

« Quand on regarde attentivement un interrupteur électrolytique, on remarque que les gaz ne se dégagent pas d'une façon quelconque autour de la tige de platine.

» En réglant convenablement la self du circuit et en composant un électrolyte peu acidulé, les gaz se dégagent suivant deux plans perpendiculaires à la tige de platine qui se trouve ainsi divisée en trois segments : deux très courts aux extrémités et un au milieu égal à la somme des deux autres. En augmentant la quantité d'acide, les gaz se dégagent suivant un plan et un cône, dont l'axe coïncide avec la tige de platine. Enfin, ils se dégagent dans un plan perpendiculaire à la tige de platine et en son milieu quand la quantité d'acide est plus grande. C'est le cas général. Ces faits ne

peuvent s'expliquer avec l'idée d'explosion qu'éveille la marche du phénomène. Il faut remarquer qu'il existe une gaine gazeuse autour de la tige de platine quand le phénomène lumineux a disparu et qu'une diminution brusque de pression au sein de cette gaine peut seule donner une explication convenable. On peut voir facilement cette gaine en chauffant l'électrolyse vers 90° et en lançant le courant périodiquement. En s'éclairant faiblement, on aperçoit une surface cylindrique autour de la tige de platine.

» Le phénomène lumineux ne se passe pas entre la tige de platine et le liquide environnant, mais entre deux couches de liquide.

» En effet, pour que le courant passe de nouveau dans le circuit, il faut que la gaine gazeuse disparaisse et que le liquide soit en contact avec la tige de platine. Si le phénomène lumineux se passait entre la pointe de platine et le liquide environnant, il suffit de remarquer que cette pointe serait portée à une haute température, tout au moins à sa surface, et aurait besoin d'être refroidie pour se mettre en contact avec le liquide. Or, la masse de mercure n'entre pour rien dans son refroidissement. Si, au contraire, le phénomène lumineux se passe entre deux couches de liquide, il est à remarquer que la pointe n'a pas besoin d'être refroidie, car sa température est toujours inférieure à la température d'ébullition du liquide. Il est même à remarquer que cette pointe doit emmagasiner une certaine quantité de chaleur favorable à la marche du phénomène, laquelle est employée à chauffer, après chaque interruption, le liquide en contact avec elle. Or, au début, l'échauffement des parties centrales de la pointe devra causer une perturbation telle que les premières étincelles devront éclater à des intervalles de temps plus longs que lorsque la marche du phénomène est régulière. Ce que l'expérience vérifie.

» L'examen de l'étincelle donnée par le secondaire de la bobine, éclatant entre deux pointes animées d'un mouvement uniforme de rotation, montre que l'étincelle de rupture est suivie, à l'une de ses extrémités, d'un trait bleu violacé et à l'autre d'un trait orangé. Cette première étincelle est suivie d'une deuxième plus grêle, suivie elle-même des mêmes traits que la précédente, mais en ordre inverse. Cette dernière est l'étincelle de fermeture. L'intervalle qui sépare ces deux étincelles donne la durée de l'interruption du courant. Dans une expérience, cette dernière était de $0^s,00075$, et le courant passait pendant $0^s,00425$. Cet aspect particulier, présenté par la décharge de la bobine, ne peut s'expliquer qu'en admettant que, dans ces conditions, elle est continue; car, si elle était oscillante, elle présenterait la même teinte aux deux pôles.

» La photographie de l'étincelle éclatant entre deux pointes animées d'un mouvement de rotation uniforme montre que les pointes couramment employées donnent de 400 à 600 interruptions à la seconde et non 1000 ou

1500 comme on l'a dit au début. On obtenait ces derniers nombres en comparant la hauteur du son produit par la marche du wehnelt à un son bien défini. On peut bien obtenir ces nombres de 1000 et 1500, mais il faut alors des pointes de longueur très petite, 3^{mm} environ, et de diamètre très faible, $0^{mm},3$ environ. Et, cependant, il paraît hors de doute qu'en employant cette dernière méthode, on obtient bien un nombre double d'interruptions de celui donné par la photographie. Pour expliquer ce fait, ne pourrait-on pas admettre qu'il se produit un premier bruit quand la gaine se forme, c'est-à-dire au moment de l'expansion du gaz, et un deuxième quand elle disparaît? »

CHIMIE PHYSIQUE. — *Sur l'entraînement par coagulation.* Note de M. **Jacques Duclaux**, présentée par M. Duclaux.

« On sait que, lorsqu'une solution colloïdale est coagulée par l'addition d'un sel, le précipité qui se forme entraîne, en général, au moins l'un des deux radicaux dont était formé ce sel.

» J'ai indiqué dans une précédente Communication (*Comptes rendus*, t. CXXXVIII, p. 144) que les colloïdes n'ont jamais une composition simple et invariable : ce sont des complexes renfermant à la fois des radicaux électronégatifs et des radicaux électropositifs, dans des proportions qu'on peut faire varier d'une façon continue, avec cette seule condition que la somme des valences d'un signe soit égale à la somme des valences de l'autre signe. En particulier, ces proportions et en conséquence la composition chimique du colloïde changent si l'on ajoute au liquide qui le tient en suspension une substance quelconque.

» En rapprochant ces deux faits, je me suis demandé si les entraînements par coagulation n'étaient pas *de simples substitutions, aux radicaux composant le colloïde, de ceux du sel précipitant*. C'est, en effet, ce que l'expérience montre, dans tous les cas où elle est possible.

» Reprenons l'un des exemples que j'ai déjà cités. Le ferrocyanure de cuivre, préparé au moyen du ferrocyanure de potassium et d'un sel cuivrique, renferme toujours du potassium : sa composition correspond à la formule $(FeCy^6)Cu^m K^n$, et la condition unique énoncée plus haut s'écrit ici $2m + n = 4$. Lorsqu'on précipite sa solution colloïdale par un sel d'un métal quelconque, on retrouve toujours dans le précipité une partie de ce métal : il y remplace des proportions électrochimiquement équivalentes soit du cuivre, soit du potassium : et la fraction de ceux-ci qui est ainsi déplacée s'unit à l'acide du sel et se retrouve dans le liquide qui surnage le précipité.

» Il n'est donc pas nécessaire, pour expliquer ces phénomènes d'entraînement, d'invoquer des actions moléculaires ou électriques spéciales, telles que des forces d'attraction dues à une différence de potentiel entre la particule colloïdale et le liquide qui l'entoure. *Ce sont de simples phénomènes de déplacement chimique*, analogues au déplacement d'un métal ou d'un acide par un autre, et régis comme eux par des lois générales d'équilibre, sur lesquelles je reviendrai plus tard.

» J'indiquerai immédiatement une application de ces propriétés : elles permettent de faire, d'une façon complète, l'analyse d'un colloïde, c'est-à-dire la séparation, un par un, des divers radicaux qui le composent, sans mettre en jeu de réactions chimiques violentes qui pourraient modifier profondément la nature de quelques-uns de ces radicaux. Le colloïde $(FeCy^6)\,Cu^m K^n$ n'a aucune des réactions du cuivre ni du potassium; ces métaux y sont dissimulés, mais un sel d'argent le coagulera en déplaçant le cuivre, un sel d'aluminium en déplaçant le potassium, et ces deux métaux pourront être caractérisés par les procédés ordinaires, dans le liquide qui surnagera le précipité. Ce procédé d'analyse méthodique pourra rendre des services dans l'étude des colloïdes organiques, formés de radicaux eux-mêmes complexes, et souvent peu stables en présence des réactifs qu'on emploie pour effectuer leur séparation. Il permettra peut-être de préciser le rôle que jouent, dans beaucoup d'entre eux, les diastases, par exemple, les éléments minéraux qui semblent en faire partie intégrante, sans cependant y être en proportions constantes, comme il arriverait dans le cas d'une substance définie et cristallisable. J'indiquerai prochainement quelques résultats que j'ai obtenus dans cette voie. »

CHIMIE PHYSIQUE. — *Étude théorique de la dissociation de l'oxyhémoglobine. Actions de la concentration et de la température.* Note de M. **Victor Henri**, présentée par M. A. Haller.

« I. Hüfner, en étudiant l'équilibre entre l'oxyhémoglobine, l'hémoglobine et l'oxygène, a supposé implicitement qu'une molécule d'oxyhémoglobine provenait de la combinaison d'une molécule d'hémoglobine avec une molécule d'oxygène; ce n'est qu'à ce cas que peut s'appliquer sa formule $h_0 = K h_z p_0$, où h_0, h_z, p_0 sont les concentrations des trois corps et K une constante. Hüfner avait montré lui-même (en 1890) que les valeurs de K changeaient avec la concentration en hémoglobine, donc la formule n'est pas exacte.

» Lorsque trois corps A, B, C donnent lieu à l'équilibre $mA \rightleftarrows nB + sC$, entre les concentrations c_1, c_2, c_3 de ces corps au moment de l'équilibre, on a la relation de Guldberg et Waage

$$c_1^m = K c_2^n c_3^s.$$

» Si la dissociation de l'oxyhémoglobine (H_0) se fait d'après l'équation

$$mH_0 \rightleftarrows nH_z + sO_2,$$

on devra avoir la relation

$$h_0^m = K h_z^n p_0^s.$$

Hüfner suppose que $m = n = s = 1$ et trouve que K varie. On peut faire d'autres hypothèses qui donnent pour K des valeurs plus constantes; par exemple, si l'on suppose que $m = 1$, $n = 2$, $s = 1$, on aura $h_0 = K_1 h_z^2 p_0$ et l'on trouve pour K_1, calculé d'après les expériences de Hüfner, des valeurs plus constantes que celles de $K = \frac{h_0}{h_z p_0}$; voici les résultats de ces calculs :

$h_0 + h_z$	9,18	6,48	4,86	4,59	3,56	2,75
h_z	1,59	1,31	1,13	1,14	0,97	0,91
p_0	10,50	9,32	8,81	8,12	7,44	6,92
K	0,45	0,42	0,37	0,37	0,35	0,29
K_1	0,29	0,32	0,33	0,32	0,37	0,32

» Il est possible que cette solution ne correspondra pas à tous les cas et qu'il faudra en chercher une autre; nous ne le faisons pas puisque le nombre de données expérimentales que l'on trouve dans la littérature est trop restreint. Il est nécessaire de reprendre ces études en cherchant surtout comment varieront h_0 et h_z lorsqu'on diluera une solution donnée avec de l'eau purgée d'oxygène et puis avec de l'eau contenant p_0 d'oxygène; on obtiendra ainsi les valeurs de m, n et s. Telles sont les expériences que nous avons entreprises.

» II. Un deuxième problème important pour la dissociation de l'oxyhémoglobine est l'action de la température. M. Berthelot (*Comptes rendus*, t. CIX, p. 776) avait mesuré la chaleur de combinaison de l'oxygène avec le sang réduit, il trouve que l'absorption de 32^g d'oxygène est accompagnée d'un dégagement de 14800^{cal}. Si une réaction $mA = nB + sC$ est accompagnée d'un dégagement de Q calories, on sait d'après la loi de Van't Hoff que la constante K de l'équilibre $c_1^m = Kc_2^n c_3^s$ variera entre deux températures T_1 et T_2 suivant la loi : $ln \frac{K_1}{K_2} = -\frac{Q}{R}\left(\frac{1}{T_1} - \frac{1}{T_2}\right)$, lorsque Q est exprimé en calories, R sera égal à 2 (ou plus exactement 1,99).

» Dans la dissociation de l'oxyhémoglobine on a $Q = -14800^{cal}$, donc

$$\log \frac{K_1}{K_2} = \frac{14800}{4,6} \left(\frac{1}{T_1} - \frac{1}{T_2} \right).$$

» Faisons quelques calculs théoriques : 1° Comment varie la constante de dissociation pour une différence de 2°, entre 35° et 37° ? (Expériences de Hüfner.) On a

$$T_1 = 273 + 35 = 308, \qquad T_2 = 273 + 37 = 310;$$

donc

$$\log \frac{K_1}{K_2} = 0,068 \qquad \text{et} \qquad \frac{K_1}{K_2} = 1,17.$$

La constante (et par suite la dissociation de l'oxyhémoglobine) varie de $\frac{1}{6}$ de sa valeur.

» 2° Comment varie la dissociation de l'oxyhémoglobine pour un animal à sang froid qui passe de 7° à 27° ? On a $T_1 = 273 + 7 = 280°$, $T_2 = 273 + 27 = 300°$, et l'on trouve $\frac{K_1}{K_2} = 5,76$; donc la constante de dissociation est presque six fois plus grande à 27° qu'à 7°.

» On voit que l'on trouve des variations très considérables, qui dépassent toutes les prévisions. Étant données ces grandes variations il est nécessaire de faire des expériences systématiques sur l'influence de la température sur la dissociation de l'oxyhémoglobine. La connaissance de la chaleur de combinaison de l'oxygène avec l'hémoglobine acquiert ainsi un intérêt capital.

» Nous donnerons prochainement les résultats expérimentaux. »

CHIMIE MINÉRALE. — *Sur un arséniure de cadmium.* Note de M. Albert Granger, présentée par M. A. Ditte.

« Le cadmium chauffé dans la vapeur d'arsenic, entraînée par un courant d'hydrogène ou d'un autre gaz inerte, se combine facilement avec cet élément.

» Si l'on opère à la température que donne une bouteille à soufre, l'attaque est lente ; le métal perd sa couleur blanche, prend une teinte rougeâtre et se recouvre de houppes de cristaux ténus. Ces cristaux sont très minces, fortement aplatis, ayant l'éclat métallique et des reflets polychroïques ; il ne nous a pas été possible de déterminer le système auquel ils appartiennent. On obtient le même corps, beaucoup plus rapidement et en cristaux mesurables, en élevant la température à laquelle se fait la réaction. Au rouge, la combinaison a lieu rapidement et l'on trouve, quand le métal

a été saturé d'arsenic, une couche cristalline brillante. Si la température atteint le rouge franc, il y a volatilisation du produit formé qui se condense dans les parties froides de l'appareil. Cet arséniure peut donc distiller sans décomposition. Il est beaucoup plus stable que d'autres arséniures métalliques que j'ai eu l'occasion d'étudier et sa préparation peut s'effectuer dans un intervalle de température assez étendu; il cristallise très facilement.

» L'arséniure de cadmium que nous avons ainsi préparé se présente sous forme de cristaux rougeâtres, brillants, formés d'octaèdres associés avec les faces du cube; son poids spécifique est 6,211 à 15°. La composition de ce corps est exprimée par la formule Cd^3As^2; cet arséniure correspond donc à un phosphure de cadmium Cd^3P^2 décrit par Oppenheim (1) d'abord, puis par Renauld (2). Descamps (3) avait obtenu un arséniure Cd^3As sous forme de masse métallique fondu en réduisant l'arséniate par le cyanure de potassium; un autre arséniure Cd^3As^2, correspondant à celui que je viens de décrire, a été obtenu par Spring (4) en comprimant à la presse hydraulique un mélange convenable des deux constituants. Le corps obtenu par ce dernier savant formait une masse noire, non transparente, à reflets métalliques.

» Le corps Cd^3As^2 est beaucoup plus stable, au point de vue de l'action de la chaleur, que l'arséniure de cuivre que j'ai précédemment décrit (5) Cu^5As^2. Son action sur les acides et sur les éléments halogènes est celle que ces réactifs donnent sur les arséniures en général : solubilité à froid dans l'acide azotique, même étendu d'eau; attaque par le chlore, le brome et les mélanges chlorurants, comme l'eau régale, ou oxydants. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Copulation des sels de dinaphtopyryle avec les amines aromatiques di-alcooylées*, Note de M. **R. Fosse**, présentée par M. A. Haller.

« Les sels de dinaphtopyryle réagissent sur les amines aromatiques di-alcooylées pour donner de nouvelles bases, résultant de la substitution du

(1) *Ber. der deutsch. chemischen Gesellschaft*, 1872, p. 979.
(2) *Comptes rendus*, t. LXXVI, p. 283, et *Bull. Soc. chim.*, t. XIX, p. 361.
(3) *Comptes rendus*, t. LXXXVI, p. 1066.
(4) *Ber. der deutsch. chemischen Gesellschaft*, t. XVI, p. 324.
(5) *Comptes rendus*, t. CXXXVI, p. 1397.

radical dinaphtopyryle à un atome d'hydrogène de l'amine cyclique :

$$CH\langle\frac{C^{10}H^{6}}{C^{10}H^{6}}\rangle O - Br + H.C^{6}H^{4}.N:R^{2} = \underset{C^{6}H^{4}.N:R^{2}.HBr}{CH}\langle{}^{C^{10}H^{6}}_{C^{10}H^{6}}\rangle O.$$

» L'union du radical dinaphtopyryle se fait avec le carbone benzénique de l'amine, situé en para, conformément à la formule suivante :

$$\frac{R}{R}\rangle N\langle\bigcirc\rangle CH\langle{}^{C^{10}H^{6}}_{C^{10}H^{6}}\rangle O.$$

» Nous établissons, par la synthèse, la constitution de l'un de ces produits de copulation. Le corps qui résulte de l'action du bromure de dinaphtopyryle sur la diméthylaniline est identique au produit de condensation de la diméthylparaaminobenzaldéhyde et du naphtol β, engendré d'après l'équation :

$$(1)\quad \begin{cases} {}^{CH^{3}}_{CH^{3}}\rangle N\langle\bigcirc\rangle CH.O + 2H.C^{10}H^{6}OH \\ = 2H^{2}O + {}^{CH^{3}}_{CH^{3}}\rangle N\langle\bigcirc\rangle CH\langle{}^{C^{10}H^{6}}_{C^{10}H^{6}}\rangle O. \end{cases}$$

» Nous admettons, comme dans le cas de la copulation des sels de pyryle et des phénols, la formation d'un terme intermédiaire instable :

$$CH\langle\frac{C^{10}H^{6}}{C^{10}H^{6}}\rangle O.C^{6}H^{4}.N\langle{}^{R}_{R},$$

correspondant aux azoïques :

$$R' - N^{2}.C^{6}H^{4}.N\langle{}^{R}_{R}.$$

» *Diméthylaminophényldinaphtopyrane :*

$${}^{CH^{3}}_{CH^{3}}\rangle N\langle\bigcirc\rangle CH\langle{}^{C^{10}H^{6}}_{C^{10}H^{6}}\rangle O.$$

Du bromure de dinaphtopyryle est broyé en présence de diméthylaniline. La masse primitivement rouge se décolore et prend une faible teinte violette. On lave à l'alcool froid pour enlever l'excès de diméthylaniline. On obtient un résidu blanc, retenant du brome qu'on élimine par traitement aux alcalis dilués, à chaud. L'acide bromhydrique formé, lors de la copulation, s'est porté non sur l'excès de dyméthylaniline, mais sur le diméthylaminophényldinaphtopyrane. De là semble résulter que cette dernière base

est plus puissante que la dyméthylaniline. Le diméthylaminophényldinaphtopyrane est un corps blanc, cristallisé, soluble dans le benzène, le chloroforme, l'acide acétique.

» Il fond à 207°-208°. Traité à chaud, par l'acide chlorhydrique fumant, il n'entre pas en solution, mais fixe de l'hydracide. L'eau à l'ébullition ne parvient pas à dissoudre le chlorhydrate formé ou à le dissocier intégralement. Les alcalis dilués, à chaud, s'emparent de l'hydracide et mettent la base en liberté.

» *Synthèse du diméthylaminophényldinaphtopyrane.* — Une solution acétique de 1^{mol} de diméthylparaaminobenzaldéhyde, 2^{mol} de naphtol-β, additionnée d'anhydride acétique et d'acide sulfurique, agitée quelque temps, se concrète en une masse blanche formée de petits cristaux. Par traitement à la soude, à l'eau, dessiccation et dissolution dans le benzène, on isole aisément une substance cristallisée, fondant à 207°-208°, identique au produit de copulation du bromure de dinaphtopyryle et du naphtol-β.

» L'équation (1) représente la formation synthétique de ce corps.

» *Diéthylaminophényldinaphtopyrane*

$$\begin{matrix} C^2H^5 \\ C^2H^5 \end{matrix} \!\!> N \langle \;\; \rangle CH \langle \begin{matrix} C^{10}H^6 \\ C^{10}H^6 \end{matrix} \rangle O.$$

Cette nouvelle base a été obtenue en copulant le bromure de dinaphtopyryle avec la diéthylaniline, suivant un mode opératoire identique à celui précédemment décrit. Elle est soluble dans le benzène, le chloroforme. Par évaporation lente de la solution chloroformique on obtient des cristaux volumineux, fondant à 230°-231°. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Éthylidène-camphre. Acide éthylhomocamphorique.* Note de M. J. **Minguin**, présentée par M. Haller.

« Dans une Note précédente (¹), nous avons montré que le méthylcamphre, traité par du brome, donne du méthylbromocamphre

$$C^8H^{14} \langle \begin{matrix} C \langle \begin{matrix} Br \\ CH^3 \end{matrix} \\ | \\ CO \end{matrix}$$

qui, saponifié par de la potasse alcoolique, fournit le méthylène-camphre $C^8H^{14} \langle \begin{matrix} C = CH^2 \\ | \\ CO \end{matrix}$, dont le pouvoir rotatoire est de beaucoup supérieur au pouvoir rotatoire du dérivé saturé correspondant.

» Les alcamphres de la série aromatique, comme l'a montré M. Haller (²), ont un pouvoir rotatoire bien plus élevé que les alcoylcamphres correspondants; il était donc intéressant de voir si cette exaltation, attribuée à

(¹) Minguin, *Comptes rendus*, t. CXXXVII, p. 1067.

(²) A. Haller, *Comptes rendus*, t. CXXIII, p. 22.

la double liaison, observée déjà sur le méthylène-camphre, se poursuivait dans toute la série.

» Après le dérivé méthylénique, nous avons donc préparé l'homologue supérieur, l'éthylidène-camphre.

» *Éthylidène-camphre.* — Nous sommes partis de l'éthylcamphocarbonate de méthyle (¹) récemment préparé par nous. Cet éther $C^8H^{14}\left\langle \begin{array}{l} C \left\langle \begin{array}{l} C^2H^5 \\ CO^2CH^3 \end{array} \right. \\ | \\ CO \end{array} \right.$, saponifié à 180°-200° au moyen de la potasse alcoolique, nous a fourni l'éthylcamphre, obtenu déjà par M. Baubigny (²) et par M. Brühl (³). Ce composé bout à 107°-110°, sous une pression de 1^{cm}, et son pouvoir rotatoire dans l'alcool est $\alpha_D = + 40°$.

» Cet éthylcamphre, en solution sulfocarbonique, donne, par l'action du brome, l'éthylmonobromocamphre. Celui-ci se forme plus difficilement que le dérivé méthylé correspondant. On est obligé d'opérer à 100° en tubes scellés. Il distille entre 115°-120° sous 1^{cm} de pression en se décomposant partiellement. Nous ne pouvons donc pas donner de nombre exact, relativement à son pouvoir rotatoire; nous nous contenterons de dire qu'il est élevé et de l'ordre de celui du méthylbromocamphre.

» La potasse en solution alcoolique, à l'ébullition, lui enlève HBr et l'on obtient de la sorte l'éthylidène-camphre $C^8H^{14}\left\langle \begin{array}{l} C = CH - CH^3 \\ | \\ CO \end{array} \right.$, bouillant entre 110°-115°, pression 1^{cm}. Son pouvoir rotatoire dans l'alcool est $\alpha_D = + 113°$. Mis en contact avec HBr en solution acétique, il fixe l'hydracide en donnant le bromoéthylcamphre qui ne distille pas non plus sans décomposition.

» L'éthylidène-camphre, en solution cétonique, s'oxyde rapidement à froid, en fournissant de l'acide camphorique et de l'acide acétique.

» Un coup d'œil, jeté sur les nombres suivants, montre que les deux premiers termes des alcamphres de la série grasse se conduisent au point de vue de l'activité optique comme les alcamphres de la série aromatique :

Méthyl-camphre..	$\alpha_D = + 27°$	Méthylène-camphre..	$\alpha_D = + 127°$
Éthyl-camphre...	$\alpha_D = + 40°$	Éthylidène-camphre..	$\alpha_D = + 113°$

» Nous pouvons dire, dès à présent, qu'il en est de même des propylidène, isobutylidène et amylidène-camphres.

» *Acide éthylhomocamphorique* (β). — En même temps qu'il se forme du camphre éthylé dans la saponification de l'éthylcamphocarbonate de méthyle, il se produit encore, suivant la température à laquelle on opère, ou bien de l'acide éthylcamphocarbonique dont nous avons indiqué récemment les propriétés, ou bien de l'acide

(¹) Minguin, *Comptes rendus*, t. CXXXVII, p. 1067.
(²) Baubigny, *Thèse de la Faculté des Sciences*, Paris, 1869.
(³) Brühl, *Berichte*, t. XXXV, p. 3619.

éthylhomocamphorique. Ce dernier cristallise très nettement dans l'éther, fond entre 135° et 140° et a pour pouvoir rotatoire dans l'alcool $\alpha_D = +39°,65$. Nous l'appellerons *acide éthylhomocamphorique* (β), par analogie avec l'acide méthylhomocamphorique (β) (1).

» Il résulte des travaux de M. Haller (2), de M. Brühl (3) et des nôtres, qu'on peut en partant des éthers camphocarboniques substitués obtenir, en faisant varier les conditions de saponification, la série des acides camphocarboniques substitués ou homocamphoriques substitués. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur la synthèse des acides αα diméthylglutarique et αα diméthyladipique.* Note de M. **G. Blanc**, présentée par M. A. Haller.

« Parmi la série des acides bibasiques il y en a trois qui, dans l'histoire des composés terpéniques, ont joué un rôle extrêmement important. Ce sont les acides αα diméthylsuccinique, αα diméthylglutarique et αα diméthyladipique.

» Ces trois acides se sont bien souvent rencontrés dans les produits de dégradation systématique d'un grand nombre de composés terpéniques dont on a pu fixer ainsi la constitution. Aussi l'étude de ces acides et la détermination de leur constitution ont-elles tout de suite présenté un intérêt capital. L'acide αα diméthylsuccinique qu'on a pu obtenir synthétiquement par le procédé général de synthèse des acides succiniques a été mis rapidement hors de cause. Quant aux acides αα diméthylglutarique et αα diméthyladipique, leur constitution n'était établie, jusqu'à l'an dernier, que par voie analytique et, bien que de très nombreuses tentatives de synthèse aient été tentées, aucune d'elles n'avait réussi.

» La synthèse de l'acide αα diméthylglutarique a été réalisée pour la première fois par M. Perkin jun. et M. A. Smith (4). L'acide obtenu, en très petite quantité, par ces auteurs fondait à 90° (l'acide αα diméthylglutarique fond à 85°). Il ne paraît pas douteux cependant que ce ne soit véritablement l'acide αα diméthylglutarique. Peu de temps après M. Blaise (5)

(1) *Comptes rendus*, t. CXXXVII, p. 1067.
(2) Haller, *Comptes rendus*, t. CXXXVI, p. 788.
(3) Brühl, *Berichte*, t. XXXV, p. 3619.
(4) *Chem. Soc.*, t. LXXXI, p. 256.
(5) *Bull. Soc. chim.*, t. XXIX, p. 1034.

l'obtint synthétiquement dans de bonnes conditions et avec un rendement satisfaisant à partir de l'acide αα diméthylglutaconique. Quant à l'acide αα diméthyladipique, sa synthèse n'avait pas encore été faite.

» J'ai pu facilement, en appliquant la méthode générale de synthèse des alcools que nous avons décrite M. Bouveault et moi (1), arriver aisément à la synthèse de ces deux acides.

» Lorsqu'on réduit par le sodium et l'alcool absolu l'éther αα diméthylsuccinique, on obtient le glycol $CH^2OH\overset{CH^3\ CH^3}{\overset{\diagdown\diagup}{C}}-CH^2-CH^2OH$ déjà décrit (2); mais en même temps il se produit une quantité notable d'une lactone $C^6H^{10}O^2$ qui bout à 201°-202° à la pression atmosphérique, et que l'on sépare du glycol par les procédés classiques. Cette lactone est chauffée avec du cyanure de potassium sec en tubes scellés à 270° pendant 5 heures. Le produit de la condensation, hydrolysé par de la potasse aqueuse, fournit, après acidification et extraction à l'éther, un acide extrêmement soluble dans l'eau qui cristallise cependant spontanément au bout de quelques heures. Cet acide a été purifié par transformation en anhydride (éb. à 150° sous 16^{mm}), hydratation de ce dernier, et cristallisation de l'acide obtenu dans l'eau. Cet acide fond à 85°; il a été identifié avec l'acide obtenu par l'oxydation de l'acide isolauronolique; le mélange des deux acides fond exactement à 85°; l'anilide de l'acide synthétique et la β naphtalide fondent respectivement à 147° et à 150° comme celles de l'acide d'oxydation. Le rendement en acide diméthylglutarique à partir de la lactone est presque quantitatif.

» *La même méthode* appliquée à l'éther αα diméthylglutarique fournit une lactone $C^7H^{12}O^2$, qui bout à 105° sous 13^{mm}; son sel de baryte cristallise avec $1\frac{1}{2}H^2O$. L'action du cyanure de potassium sur cette lactone, dans les mêmes conditions que précédemment, conduit à un acide extrêmement soluble dans l'eau, qui a été purifié par cristallisation dans un mélange de benzène et d'éther de pétrole. Cet acide fond à 86°-87°, il a été identifié avec l'acide αα diméthyladipique provenant de l'oxydation de la β ionone et de l'acide dihydroisolauronique (3), le mélange de ces deux acides fond à 86°-87° (4).

» La formation des acides αα diméthylglutarique et αα diméthyladipique à partir des lactones obtenues elles-mêmes par la réduction des éthers αα diméthylsuccinique et αα diméthylglutarique prouve que la réduction a porté sur le carboxyle lié au carbone primaire. Nous nous occupons de généraliser cette loi. »

(1) *Comptes rendus*, t. CXXXVII, p. 60.

(2) *Comptes rendus*, t. CXXXVII, p. 125.

(3) F. Tiemann, *Bull. Soc. chim.*, 3e série, t. XIX, p. 837. — G. Blanc, *Bull. Soc. chim.*, 3e série, t. XXIII, p. 273.

(4) Le mélange avec l'acide ββ diméthyladipique fond à 45°.

CHIMIE BIOLOGIQUE. — *Production de l'acétylméthylcarbinol par les bactéries du groupe du* Bacillus mesentericus. Note de M. **Henri Desmots**, présentée par M. Guignard.

« En 1901, M. Grimbert, communiquant à l'Académie des Sciences (¹) le résultat de ses recherches sur le *Bacillus tartricus* qu'il venait d'isoler, signalait parmi les produits de l'action de ce bacille sur les hydrates du carbone la présence d'un corps nouveau qui n'avait pas encore été isolé des cultures microbiennes : l'acétylméthylcarbinol.

» Nous avons à notre tour constaté la production de ce composé organique dans l'action sur les hydrates de carbone d'une série de bactéries appartenant au groupe du *Bacillus mesentericus* (²).

» Nos recherches ont porté sur les espèces suivantes que nous devons à l'obligeance de M. Binot, chef de laboratoire à l'Institut Pasteur :

» *Bacillus mesentericus vulgatus*, isolé par M. Binot; *B. fuscus*, de Flügge, par l'intermédiaire de Kral; *B. flavus*, de Baumgarten; *B. niger*, de Beyerinck; *B. ruber*, de Migula.

» Ces bacilles, dans des milieux additionnés de 2 pour 100 de peptone et de carbonate de chaux, attaquent la glycérine, la mannite, le glucose, le saccharose avec interversion, la dextrine, l'inuline, l'empois d'amidon, les pommes de terre. L'action est lente; elle se poursuit sans dégagement gazeux appréciable et le voile formé à la surface du liquide persiste pendant des mois. Néanmoins, le sucre disparaît totalement. Dans les produits formés, nous avons constaté la production constante d'acides acétique et valérianique, ainsi que de petites quantités d'alcool éthylique. Le liquide distillé présente, en outre, les propriétés suivantes :

» Il réduit énergiquement la liqueur de Fehling à froid; il dévie nettement à gauche le plan de la lumière polarisée; il ne recolore pas la solution de fuchsine bisulfitée; il ne donne pas d'iodoforme à froid quand on le traite par une solution d'iodure de potassium ioduré et d'ammoniaque; il ne précipite pas à chaud par le sulfate mercurique (réaction de Denigès); il donne la réaction de Legal.

» Chauffé au bain-marie bouillant avec l'acétate de phénylhydrazine, il donne une osazone cristallisée jaune pâle qui, au microscope, se présente en cristaux ramifiés

(¹) *Comptes rendus*, t. CXXXII, p. 706; mars 1901.

(²) Pour cette étude nous avons suivi la marche méthodique indiquée par M. Grimbert pour le *Diagnostic des Bactéries par leurs propriétés biochimiques* (*Archives de Parasitologie*, 1903, p. 238-306).

rappelant l'aspect de la feuille de fougère. Cette osazone est insoluble dans l'eau, l'alcool méthylique et la plupart des dissolvants. Elle fond à 243°.

» Ces propriétés sont exactement celles de l'osazone obtenue par M. Grimbert avec son *B. tartricus*, osazone dont il a établi la composition élémentaire et la formule $C^{16}H^{18}Az^4$, et qui correspond à l'osazone du biacétyle, qui fond également à 243°.

» De plus, quand on traite l'osazone recueillie dans nos distillations par les agents oxydants (bichromate de potasse et acide acétique, ou plus simplement par le perchlorure de fer étendu), on obtient de longues aiguilles flexibles solubles dans l'alcool et l'éther, fusibles à 151°. Par l'action d'un excès de phénylhydrazine, elles régénèrent l'osazone primitive fondant à 243°; elles sont constituées par l'osotétrazone du biacétyle (von Pechmann).

» Comme M. Grimbert, nous avions à nous demander si cette osazone dérivait du biacétyle $CH^3 - CO - CO - CH^3$ ou de l'acétylméthylcarbinol $CH^3 - CO - CHOH - CH^3$.

» Le biacétyle ne réduit pas la liqueur de Fehling à froid et ne possède pas de pouvoir rotatoire. De plus, il est complètement détruit par l'action des alcalis à chaud. Or, le liquide obtenu par distillation réduit la liqueur de Fehling à froid, il n'est pas sensiblement attaqué par les alcalis et, de plus, agit sur la lumière polarisée. Il s'agit donc de l'acétylméthylcarbinol.

» Toutes les variétés de *B. mesentericus* que nous avons eues entre les mains nous ont donné de l'acétylméthylcarbinol sur les différents milieux énumérés plus haut. Si l'on veut évaluer cette quantité d'après le poids d'osazone formé dans les 100 premiers centimètres cubes recueillis, on voit qu'il varie de $0^g,25$ à 1^g. Nous avons constaté en même temps que, pour une même fermentation, la quantité d'acétylméthylcarbinol qui prend naissance passe par un maximum pour décroître ensuite, comme si ce corps était détruit à son tour.

» Enfin, nous ferons remarquer que tous nos liquides distillés dévient à gauche le plan de la lumière polarisée. Pour nous assurer que cette déviation était bien due à l'acétylméthylcarbinol dont le pouvoir rotatoire n'a pas été déterminé, mais que la formule de constitution fait prévoir, nous avons effectué l'expérience suivante :

» 600^{cm^3} environ de liquide de fermentation ont été soumis à la distillation; on a ainsi recueilli 500^{cm^3}. Une nouvelle distillation a permis de fractionner ce liquide en cinq portions de 100^{cm^3}, en y comprenant les derniers 100^{cm^3} restés dans le ballon. Ces

liquides ont été examinés au polarimètre, puis on y a dosé l'osazone. Rapprochons ces résultats :

	Déviation.	Osazone.
Première portion..................	1° 4′	0,59
Deuxième »	1. 2	0,582
Troisième »	1	0,45
Quatrième »	0.38	0,27
Cinquième » (non distillée)......	0.26	0,15

» Les déviations polarimétriques sont, comme on le voit, en rapport étroit avec la quantité d'osazone obtenue, elles suivent la même marche, mais leur faible valeur ne permet pas de leur demander une concordance absolue.

» Nous terminerons en disant que d'autres bactéries voisines du *B. mesentericus*, en particulier le *B. subtilis* et le *Tyrothrix tenuis*, donnent également de l'acétylméthylcarbinol en quantités appréciables.

» La facilité avec laquelle on peut caractériser ce produit dans les fermentations met à la disposition des bactériologistes une nouvelle réaction biochimique intéressante pour la différenciation des espèces. »

ZOOLOGIE. — *Sur les perles de nacre.* Note de M. **Raphaël Dubois.**

« Depuis des temps très reculés jusqu'à nos jours, les hommes se sont efforcés de provoquer la formation des perles en introduisant des corps étrangers les plus divers entre la coquille et le manteau des Mollusques nacriers, soit en entrebâillant les valves de la coquille, soit en les trépanant. Les Chinois, de temps immémorial, exploitent industriellement ce procédé au moyen de grandes Moules d'eau douce, *dipsas plicatus*. Le manteau sécrète de la nacre, qui recouvre plus ou moins de petits objets destinés à l'ornementation, et particulièrement des corps arrondis avec lesquels on cherche à imiter des perles, des colliers, des parures. Mais, jusqu'à présent, et malgré des siècles d'efforts, patients et persévérants, on n'a pu obtenir ce que l'on désigne universellement sous le nom de *perles de nacre*, lesquelles se distinguent des perles fines plus spécialement parce qu'elles ne sont ni fines, ni finies.

» Les plus belles *perles de nacre* que j'ai pu observer sont celles que fabriquent les Japonais au moyen d'une petite Huître perlière *margaritifera Martensi*, très voisine de celle que je cultive à Tamaris-sur-Mer. Je dois à l'obligeance de M. Mitsisuké Cawakita, commissaire impérial du Japon à

l'Exposition universelle de 1900, et à M. Tadamasa Hayashi, commissaire général, deux exemplaires de ces jolies perles de nacre, dont quelques-unes atteignaient une assez grand taille.

» Ces perles ne sont pas sphériques, elles ont la forme d'épaisses lentilles biconvexes, dont une des faces serait beaucoup plus bombée que l'autre. Cette dernière est rendue très brillante par le dépôt d'une couche de nacre, tandis que l'autre n'a que l'éclat de la nacre taillée, dont on fait les boutons.

» Une coupe mince pratiquée au milieu d'une de ces perles (¹) montre les détails suivants : la zone brillante de nacre est composée de couches minces concentriques formant une fragile calotte hémisphérique, dont la paroi concave est tapissée d'un enduit brunâtre granuleux empêchant l'adhérence parfaite de la calotte et du noyau. Sur le bord interne de la calotte, la nacre présente une structure prismatique.

» Le *noyau* sur lequel la nacre s'est déposée est un disque plan-convexe de nacre dont les couches minces superposées sont planes.

» Sur le bord de la calotte et sur la face inférieure du noyau, on a collé une autre lentille de nacre plan-convexe, d'un diamètre un peu plus grand.

» Dans la lumière polarisée, la calotte montre la croix de polarisation, mais on n'observe pas les belles irisations que l'on rencontre dans les perles vraies.

» Mises à côté d'une perle fine vraie de bonne qualité, ces brillantes perles de nacre n'ont pas ce que l'on est convenu d'appeler l'*orient* de la perle fine. Si l'on ajoute à cela qu'elles sont fragiles, à cause de la minceur et du peu d'adhérence de la couche de nacre, et qu'elles ne sont brillantes que sur une de leurs faces, on s'explique pourquoi ces produits, qui sont cependant les plus beaux dans leur genre, que j'aie jamais vus, n'ont eu aucun succès auprès des joailliers parisiens, en 1900. »

PHYSIQUE BIOLOGIQUE. — *Action des sources de rayons* N *sur différents ordres de sensibilité, notamment sur l'olfaction, et émission de rayons* N *par les substances odorantes.* Note de M. **Augustin Charpentier**, présentée par M. d'Arsonval.

« Les rayons N exercent une action très nette sur la sensibilité olfactive. On peut s'en convaincre en approchant du nez, pendant l'olfaction, un corps capable de fournir ces rayons, un morceau d'acier trempé, une

(¹) Une photographie de cette coupe a été présentée à l'Académie en même temps que cette Note.

presse en bois serrée, le poing fermé, etc. L'expérience doit être faite avec toutes les précautions indiquées en pareil cas, dans un air calme, très lentement et avec une respiration douce et régulière, le corps odorant étant maintenu à une distance fixe et plus ou moins voisine, suivant les cas, de la limite de sensibilité. La source de rayons N peut, soit provoquer la sensation quand la limite était près d'être atteinte, soit augmenter l'intensité de la sensation quand cette dernière était déjà produite. Dans l'un et l'autre cas l'action est notable; elle a lieu quand on approche la source radiante de la racine du nez (voisinage des taches olfactives) ou de la base des narines.

» Si l'on tient contre l'aile du nez la masse de muscles du pouce, la plus faible contraction de ces muscles produit l'effet indiqué. Une grosse bille d'acier pour roulements, tenue dans une pince en bois, est une source commode et très efficace; de même l'essence de cassia est une bonne substance d'étude.

» J'ai obtenu les mêmes résultats avec des odeurs très diverses, essences de lavande, thym, girofle, menthe, camphre, éther, iodoforme, ammoniaque, acide acétique, etc. L'action traverse l'aluminium et il sera bon, pour éliminer les courants d'air dus, malgré toutes les précautions, aux déplacements de la source, de placer une large plaque de ce métal contre la partie antérieure du nez, tandis qu'on opérera de l'autre côté de la plaque.

» Les rayons N peuvent encore influencer l'olfaction quand on les fait agir sur certains points des centres nerveux, ainsi quand on approche la source du milieu du front immédiatement au-dessus de la glabelle (lieu de réunion des arcades sourcilières) et surtout quand elle est placée sur le sommet du crâne, un peu en avant du bregma (lieu de réunion du frontal et des deux pariétaux); l'effet est frappant dans ce dernier cas.

» Cet effet des rayons N ne porte pas exclusivement sur l'organe percepteur : la sensation olfactive présente un certain degré d'augmentation quand la source radiante est approchée du flacon contenant la substance odorante à distance assez grande du nez pour ne pas influencer directement ce dernier.

» Réciproquement j'ai reconnu que les substances précédentes émettaient très nettement des rayons N, qui traversent les bouchons, les plaques d'aluminium, sont arrêtés en grande partie par le plomb, et peuvent donner lieu, comme les autres sources, à des radiations conduites.

» En ce qui concerne l'action que les rayons N peuvent exercer sur les

autres sens, j'ai trouvé d'abord un résultat net sur la gustation. Si l'on dépose sur la pointe de la langue une trace d'un corps sapide (camphre, aloès, sel, sucre, etc.), la bouche étant ouverte, la respiration arrêtée et le voile du palais relevé pour éviter tout effet olfactif, l'approche d'une source telle qu'une bille d'acier trempé, etc., renforce ou fait naître la sensation gustative. La sensation est encore renforcée par les rayons N quand, au lieu de localiser le corps sapide à la pointe de la langue, on le diffuse dans toute la bouche.

» Y a-t-il les points du cerveau sur lesquels les rayons N pourraient agir en déterminant un renforcement de la sensation gustative? Après des essais portant sur différentes parties du crâne je n'ai trouvé qu'un certain degré d'action dans une zone pariétale voisine de celle qui agit sur la vision (Note du 1er février dernier), peut-être un peu antérieure.

» L'étude de l'audition est plus difficile à cause des précautions à prendre pour éviter que les déplacements de la source radiante par rapport à l'oreille ne viennent modifier par des réflexions variables les conditions d'arrivée du son. On y arrive cependant en utilisant les radiations conduites. Or, en prenant comme source sonore une montre tenue à la distance limite de la perception, je n'ai constaté nettement quelque renforcement du son que lorsque la plaque terminale était placée droit au-dessus de l'oreille, à 7^{cm} à 8^{cm} du trou auditif, ce qui paraît bien s'accorder avec l'idée d'une excitation portant sur les centres cérébraux de l'audition. »

CHIMIE BIOLOGIQUE. — *Sur le pigment des capsules surrénales.* Note de M. C. **Gessard**, présentée par M. Roux.

« J'ai étudié le pigment des capsules surrénales. Vulpian, qui l'a découvert en 1856 (1), l'a caractérisé par les réactions toujours usitées de l'eau iodée et du perchlorure de fer : le suc de la substance médullaire de ces organes, primitivement incolore, devient rose carmin à l'air et avec le premier réactif, vert avec le second. M. E. Lépinois a, dans ces dernières années (2), fourni d'intéressantes données sur cette question : il a fait la distinction entre les colorations que prend à l'air le produit de l'épuisement

(1) *Comptes rendus*, t. XLIII, 1856, p. 663.

(2) *Comptes rendus de la Société de Biologie*, 1899, p. 315, et *Thèse de Doctorat en Pharmacie*, Paris, 1899.

aqueux des glandes pulpées, suivant qu'on y laisse ou non les matières albuminoïdes entraînées; il a rattaché à une action diastasique la coloration rouge qui apparaît dans le premier cas; il a reconnu la présence de la tyrosine dans les glandes.

» En fait, il s'agit ici du produit de la réaction de la tyrosine avec sa diastase oxydante, la tyrosinase. Seulement il est incolore dans ces conditions de milieu organique, où la substance corticale de la glande est particulièrement empêchante, comme l'a noté Vulpian. Mais, au contact de l'air, le macéré aqueux des glandes prend la coloration rose habituelle, qui se fonce en rouge de plus en plus à partir de la surface par continuation de l'action de la diastase. D'autre part, les glandes bouillies dans l'eau, sitôt extraites, donnent une liqueur d'où la diastase est exclue, mais qui contient le produit de son action intraglandulaire. Il en résulte que ce décocté se colore à l'air, et d'autant mieux que, par un traitement au sous-acétate de plomb, on a complété la séparation des matières empêchantes. Sa teinte varie des rose et rouge communs à la réaction de la tyrosinase aux violets qui sont dus à l'intervention de la chaleur sur le produit de cette réaction ([1]). Le spectroscope identifie le produit des capsules et celui de la tyrosinase des champignons prise comme terme de comparaison. Le rose, dans les deux cas, passe au carmin par l'eau iodée, et la coloration verte avec le perchlorure de fer qui caractérise le suc naturel ou bouilli est la réaction aux sels de fer de la tyrosine transformée par la tyrosinase que j'ai anciennement décrite ([2]).

» *En résumé,* le chromogène des capsules surrénales est, sous l'état incolore qui résulte du manque d'oxygène, le produit, que nous ne connaissions encore que coloré, de l'action de la tyrosinase sur la tyrosine. On lui rend son aspect ordinaire quand on lui facilite le libre accès de l'air et qu'on le débarrasse des matières qui l'accompagnent dans la glande et qui lui disputent l'oxygène.

» Ce que nous savons du rôle de la tyrosine dans la genèse du pigment mélanique ([3]) ajoute quelque intérêt à la constatation qu'une des transformations de la tyrosine dans l'organisme a pour siège les capsules surrénales dont certaines altérations s'accompagnent de mélanodermie. Je rappelle en terminant que le principe récemment extrait des capsules surrénales, l'adrénaline, a les réactions pigmentaires du suc lui-même, sans rien préjuger

---

([1]) C. Gessard, *Études sur la tyrosinase* (*Annales de l'Institut Pasteur,* t. XV, 1901, p. 593).

([2]) *Loc. cit.,* p. 601.

([3]) C. Gessard, *Sur la formation du pigment mélanique dans les tumeurs du cheval* (*Comptes rendus,* t. CXXXVI, 1903, p. 1086). Je réparerai ici une petite omission typographique; 3e ligne de cette Note, lire : 78 pour 100 *de l'encre* de ces mollusques.

toutefois au sujet des rapports qui existent entre ce principe et le pigment. »

PHYSIOLOGIE. — *De l'action des rayons dégagés par le sulfure de calcium phosphorescent sur la fermentation lactique.* Note de M. **Charles Richet**, présentée par M. Marey.

« On peut *a priori* supposer que, puisque, suivant la belle découverte de M. Charpentier, l'organisme dégage des rayons N qui agissent sur la phosphorescence du sulfure de calcium, réciproquement la phosphorescence du sulfure de calcium doit agir sur l'activité des cellules vivantes.

» Pour faire cette étude j'ai choisi la fermentation lactique qui a cet avantage d'être facilement mesurable par la quantité d'acide produit.

» Mais, comme il s'agit de quantités différentielles faibles, il faut que le dosage soit rigoureux, et que les conditions d'expérimentation soient absolument comparables. A cet effet je n'opérais que sur du lait non coagulé encore; car la coagulation de la caséine rend le titrage exact très difficile; en outre, je mettais dans la liqueur la même quantité de phénolphtaléine comme indicateur. On obtient ainsi, en prenant deux repères successifs, et en adoptant la moyenne de ces deux chiffres, une précision qui atteint et même dépasse $0^{cm^3},2$ d'une solution de KOH à 1 pour 100, dans le dosage de 150^{cm^3} de lait.

» Pour étudier l'action du sulfure de calcium phosphorescent, je prenais des ampoules de verre extrêmement minces de 50^{cm^3} environ, remplies d'ouate dans laquelle du sulfure de calcium insolé, et phosphorescent, avait été disséminé. Ces ampoules étaient plongées dans le lait, sans aucun contact direct, bien entendu, du lait avec le sulfure de calcium. Pour que toutes les conditions fussent comparables, d'autres ampoules, identiques aux précédentes, mais dans lesquelles il y avait simplement de l'ouate, et non du sulfure de calcium, étaient plongées dans des laits pris comme témoins.

» L'expérience montre nettement les deux faits suivants :

» 1° Au début de la fermentation, l'acidité augmente un peu plus vite dans les laits avec phosphorescence que dans les laits témoins.

» 2° Après 6 ou 8 heures de fermentation, l'acidité augmente beaucoup moins vite dans les laits avec phosphorescence que dans les laits témoins.

» Voici les chiffres à l'appui (1).

(1) Les centimètres cubes se rapportent à une solution de KOH à 1 pour 100. Le

» On remarquera que les heures ne sont pas tout à fait, dans ces 9 jours d'expérience, comparables; car la température de l'étuve a été intentionnellement différente, de sorte que certaines fermentations ont été plus rapides que d'autres.

» J'ai aussi négligé, de propos délibéré, la longue série de mes expériences antérieures, qui parlent toutes dans le même sens, pour ne prendre que les expériences des 17, 18, 21, 22, 23, 24, 25, 27 et 28 février.

» L'acidité des laits pris comme témoins étant supposée égale à 100, on a eu, pour les laits ayant subi les radiations du sulfure de calcium, les acidités suivantes :

Heures de fermentation.	Février.									
	17.	18.	21.	22.	23.	24.	25.	27. (49°)	28. (49°)	Moyenne.
1	»	»	101	101	»	»	»	»	»	101
2	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»
3	»	101	103	103	103	»	104	100	100	102
4	99	97	96	104	102	99	100	105	»	100
5	97	»	»	96	101	102	98	100	101	99
6	97	99	»	»	99	99	98	»	»	98
7	»	»	»	»	98	99	99	»	96	98
8	»	100	»	»	»	94	97	(75)	»	96

» Comme mon intention n'était pas d'étudier les produits de cette réaction fermentative, je n'ai pas cherché à savoir pourquoi la fermentation, après avoir été activée, a été ralentie ensuite : il est possible qu'il s'agisse là d'une fermentation secondaire. Il me suffit d'avoir établi que le sulfure de calcium exerce une influence notable sur la marche de la fermentation lactique.

» Il m'a semblé que, plus la fermentation se faisait à une température élevée, plus cette action était énergique.

» Les chiffres ci-dessus ne donnent qu'une idée imparfaite de l'activité de cette force; car le lait mis à fermenter était déjà très acide, et, si l'on calcule le *croît en acidité* d'heure en heure au lieu de calculer l'acidité totale, on a naturellement des chiffres beaucoup plus forts.

» Soit alors le croît en acidité dans ces neuf expériences pour les laits témoins égal à 100, le croît en acidité pour les laits avec phosphorescence sera :

De zéro à la deuxième heure	173
De la deuxième à la troisième heure...........	158
De la troisième à la quatrième heure	124

---

dosage était fait sans que fût connue la nature du lait dosé, avec phosphorescence ou sans phosphorescence : car, pour ces minimes différences, il est essentiel de n'avoir pas d'idée préconçue sur la liqueur qu'on doit titrer.

De la quatrième à la cinquième heure.........	81
De la cinquième à la sixième heure............	56
De la sixième à la septième heure.............	55

» L'interprétation de ces faits ne peut être encore qu'hypothétique. Il est probable qu'on ne peut attribuer cette action à la très faible luminosité propre du sulfure de calcium; car, en tant que lumière pour modifier la fermentation, cette luminosité est sans doute négligeable, et l'influence de la lumière est d'ailleurs douteuse sur l'évolution des ferments lactiques du lait. S'agit-il des rayons N? On peut le supposer; mais on peut aussi faire d'autres hypothèses sur lesquelles je ne me prononce pas encore, car des expériences sont en cours qui me permettront peut-être de les démontrer. »

PHYSIOLOGIE. — *Mécanisme du mouvement de l'aile des insectes.* Note de M. **Lucien Bull**, présentée par M. Marey.

« M. Marey [1] avait inscrit en 1868, à l'aide de la méthode graphique, la trajectoire décrite par l'extrémité de l'aile de l'insecte pendant son battement. Cette trajectoire, déjà signalée par Pettigren, affecte la forme d'une lemniscate ou d'un 8 de chiffre très allongé. Ayant reproduit cette figure avec une aile artificielle à laquelle on communiquait un simple mouvement d'oscillation, M. Marey a conclu que la résistance de l'air suffisait à causer les inflexions de la trajectoire qui sans elle serait rectiligne.

» Désireux de pousser plus loin ces recherches et de les soumettre à des méthodes plus précises, M. Marey m'a chargé de les continuer.

» Tout d'abord se présentait la nécessité de prouver cette influence de la résistance de l'air.

» *Expérience montrant le rôle de la résistance de l'air.* — Une aile de pseudonévroptère est fixée à l'extrémité d'un bras oscillant qui lui imprime un mouvement alternatif dans un plan perpendiculaire au sien.

» Cet appareil est placé sous une cloche dans laquelle on fait le vide. Avec une oscillation même rapide l'aile ne subit aucune déviation et la pointe se meut en ligne droite. A mesure qu'on laisse pénétrer l'air dans la cloche on voit l'extrémité de l'aile se dévier et décrire dans l'espace la lemniscate.

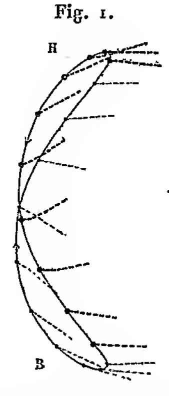
» Pour s'expliquer la formation de cette figure, il est nécessaire de

(1) Marey, *La machine animale*, p. 196.

connaître les inclinaisons du plan de l'aile dans les diverses positions qu'elle occupe pendant son mouvement.

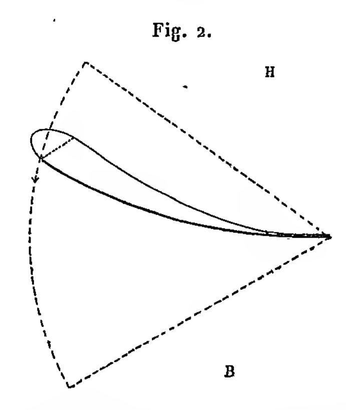
» *Détermination des inclinaisons du voile et de la déviation de la nervure aux différents points de la trajectoire.* — Une aile artificielle du type de celle qui nous a servi pour la première expérience est coupée aux trois quarts de sa longueur. Sur cette coupe, qui représente d'avant en arrière la nervure, le voile et le bord postérieur, nous avons disposé de petites parcelles métalliques séparées les unes des autres et entre lesquelles nous avons fait éclater, à des instants voulus, pendant le coup d'aile, des étincelles d'induction. De cette façon, l'on obtient une série d'images lumineuses que nous avons photographiées et qui montrent (*fig.* 1) les positions et les inclinaisons successives du plan de l'aile. Dans cette figure, les gros points représentent l'extrémité de la nervure et les lignes pointillées, la coupe du voile.

Fig. 1.



Trajectoire de l'aile avec l'inclinaison de son plan à chaque instant. L'aile est vue suivant son plan d'oscillation.

Fig. 2.



L'aile, vue perpendiculairement à son plan d'oscillation, montre le retard de son extrémité flexible sur le mouvement de la base de sa nervure.

» Il faut admettre que l'aile présente deux sortes d'élasticité : l'une de torsion autour de son axe longitudinal, l'autre de flexion suivant sa longueur. La résistance de l'air agissant alternativement sur l'une ou l'autre face de l'aile sollicite l'élasticité de torsion et incline son voile sur le plan d'oscillation. Cette inclinaison produit à son tour une décomposition de la résistance de l'air; il s'ensuit qu'une des composantes de cette résistance, agissant sur l'élasticité de flexion, dévie la nervure hors du plan d'oscillation.

» Pendant la phase descendante du coup d'aile représentée dans la figure par les traits forts, on voit que la plus forte inclinaison du voile et la plus grande déviation de la nervure ont lieu au-dessus du centre de la figure et non au centre où le mouvement d'abaissement imprimé à l'aile

devrait être le plus rapide et par conséquent où la résistance de l'air devrait produire son maximum d'effet.

» Ce fait s'explique par la considération que la nervure étant flexible dans tous les sens, son extrémité se trouve retardée dans son mouvement d'abaissement par la résistance de l'air (*fig.* 2). Cette figure nous montre, avec une aile vue sous un autre aspect, ce retard de l'extrémité de l'aile au moment où sa partie basilaire passe par le centre du mouvement d'oscillation.

» Pendant la phase de relèvement les mêmes phénomènes se manifestent mais en sens contraire, et la continuité des trajectoires d'un point de l'extrémité de l'aile pendant ces deux périodes forme une lemniscate. »

BOTANIQUE. — *Sur la lignification des organes souterrains chez quelques plantes des hautes régions.* Note de M. **André Dauphiné**, présentée par M. Gaston Bonnier.

« Les organes souterrains, racines et rhizomes, des plantes vivaces adaptées au climat alpin prennent, comme on le sait, un développement considérable par rapport aux parties aériennes; ils peuvent vivre un grand nombre d'années et passent à l'état d'organes de conservation et de réserve pendant les périodes où la végétation aérienne est supprimée. Le tissu vasculaire s'accroissant chaque année par suite de la formation des couches successives du bois finit par acquérir un très grand développement. La présente Note a pour but de signaler quelques particularités dans la structure de ce tissu.

» M. Costantin [1] a remarqué qu'il se produit une lignification irrégulière du bois secondaire dans les rhizomes de quelques Saxifragées de la zone alpine; cette particularité ne se retrouve pas dans la tige aérienne des mêmes plantes. Ce phénomène est très fréquent chez les végétaux des mêmes régions, et nous l'avons rencontré dans différentes familles : Renonculacées, Caryophyllées, Rosacées, Composées, Campanulacées, Gentianées, Borraginées. Sur une coupe pratiquée dans la tige souterraine de *Cherleria sedoides*, par exemple, le bois forme un anneau continu, entourant une moelle très réduite; les vaisseaux, très nombreux et de petit calibre, sont disséminés dans un parenchyme cellulosique à membranes légèrement épaissies, dans lesquelles les réactifs ne peuvent déceler aucune trace de lignification ; les rayons médullaires et

(1) Costantin, *Étude comparée des tiges aériennes et souterraines des Dicotylédones* (*Annales des Sciences naturelles*, 6e série; *Botanique*, 1883, t. XVI).

les différentes couches annuelles ne sont pas nettement visibles. Une disposition analogue se retrouve dans le rhizome et dans la racine de *Silene acaulis*, de *Gentiana acaulis*, dans la racine de *Taraxacum Dens-leonis* (de la zone alpine) et dans de nombreux rhizomes. Parfois, la moelle est plus développée et les faisceaux ne sont pas réunis en anneau continu (*Ranunculus alpestris*, *Geum montanum*). Dans *Phyteuma hemisphericum*, on observe une disposition particulière : la moelle est entièrement réduite ; par contre, les rayons médullaires sont très développés, et les vaisseaux, seuls lignifiés, forment, en coupe transversale, de minces lignes radiales et tortueuses accompagnées d'un parenchyme à membranes minces et cellulosiques. Malgré ces différences de détail, nous sommes toujours en présence d'une lignification qui affecte uniquement les vaisseaux du bois.

» Chez quelques autres plantes (*Trifolium alpinum*, *Lotus corniculatus*, *Potentilla nivalis*), nous avons observé une structure différente, et que l'on peut considérer comme intermédiaire entre le cas précédent et une lignification normale du bois secondaire. Cette structure est particulièrement typique dans *Trifolium alpinum* : comme dans *Phyteuma hemisphericum*, les vaisseaux y sont disposés en files radiales, mais le parenchyme cellulosique qui les accompagne renferme aussi des éléments de soutien assez abondants et irrégulièrement répartis en paquets. Ces éléments sont constitués par des fibres de très petit diamètre (5^{μ} à 7^{μ} en moyenne), très allongées en coupe longitudinale et à parois très considérablement épaissies. Au point de vue de leur nature chimique, il faut considérer dans ces fibres les parties moyennes des parois et les parties plus internes de chaque cellule. Les parties moyennes présentent les réactions des membranes lignifiées, et les épaississements internes celles de la cellulose ; toutefois ces derniers peuvent, assez rarement d'ailleurs, montrer une tendance à la lignification en prenant une teinte légèrement rosée sous l'action de la phloroglucine. L'âge de ces fibres semble n'avoir aucune influence appréciable sur l'état de leur lignification ; à très peu de distance du méristème secondaire, elles atteignent leur maximum de différenciation physique et chimique, et il est impossible de dire que les éléments les plus anciennement formés soient ceux dans lesquels la lignification est la plus avancée.

» *En résumé*, dans les organes souterrains d'un certain nombre de plantes adaptées au climat alpin, la lignification est extrêmement restreinte ; réduite aux seuls vaisseaux dans les racines et dans les rhizomes dépourvus de fibres, elle semble incapable d'affecter complètement ces derniers éléments lorsqu'ils sont représentés. Les tissus, habituellement différenciés pour la formation de cellules fibreuses ou scléreuses, sont donc constitués dans les organes souterrains de ces végétaux, de façon à produire de nombreux éléments où s'accumulent les réserves, qui s'y trouvent, comme on sait, en très grande quantité. »

BOTANIQUE. — *Sur les phénomènes morphologiques de la germination et sur la structure de la plantule chez les Palmiers*. Note de M. **C.-L. Gatin**, présentée par M. Gaston Bonnier.

« Martius ([1]) avait distingué deux modes de germination chez les Palmiers : un premier, qu'il appelait *germinatio admotiva*, dans lequel la plantule se développe tout contre la graine ; un second, nommé par lui *germinatio remotiva*, dans lequel la plantule est tout d'abord éloignée de la graine par suite de l'allongement du pétiole cotylédonaire.

» Comme exemple de *germinatio admotiva*, j'ai observé les espèces suivantes : 1. *Calyptrocalyx spicatus* Bl., 2. *Archontophœnix Cunninghamiana* W. et Dr., 3. *Areca Catechu* L.

» Au moment de la germination, l'extrémité radiculaire de l'embryon apparaît à l'extérieur de la graine et se renfle en un bourrelet lenticulaire qui n'est pas sensible à l'action du géotropisme. De ce bourrelet s'échappe la racine principale, puis il s'y produit une émergence négativement géotropique qui s'allonge, et bientôt se déchire, livrant passage au bourgeon terminal. L'émergence déchirée continue encore à grandir pendant quelque temps, et forme autour du jeune bourgeon, et plus tard des premières feuilles, une gaine ascendante ou ligule.

» Les espèces suivantes ont été choisies comme exemple de *germinatio remotiva*.

» 4. *Washingtonia robusta* Wendl. ; 5. *Sabal umbraculifera* Mart. ; 6. *Sabal Palmetto* R. et S. ; 7. *Oreodoxa regia* H. B. K.

» 8. *Phœnix canariensis* Hort. ; 9. *Phœnix dactylifera* L. ; 10. *Trachycarpus excelsa* Wendl. ; 11. *Livistona Chinensis* Mart. (*Latania Borbonica* Hort).

» Chez tous ces palmiers, l'extrémité radiculaire de l'embryon, s'allongeant au moment de la germination, est soumise à l'action du géotropisme. Chez les quatre premières espèces (nos 4, 5, 6, 7) le bourgeon terminal s'échappe de la gaine cotylédonaire en produisant une émergence latérale qui est bientôt déchirée par lui, mais qui continue à se développer encore en produisant une ligule.

([1]) Martius, *Historia naturalis palmarum*. — Karsten, *Ueber die Bewurzelung der Palmen Linnæa*; 1856. — Pfitzer, *Ueber Früchte und Keimung einiger Palmen* (*Berichte der d. Bot. Ges.*, t. III, 1885).

» Chez les quatre dernières espèces (n°s 8, 9, 10, 11), au contraire, la gaine cotylédonaire s'élargit en un tube à l'intérieur duquel se développe le bourgeon terminal. Celui-ci perce plus tard la paroi de ce tube, qui lui forme une gaine. Il n'y a pas ici formation d'une gaine ascendante.

» Toutes les germinations de palmiers que j'ai pu observer répondent toujours à l'un de ces trois types.

» J'ai, d'autre part, chez les espèces citées plus haut, étudié la structure de la plantule dans l'embryon de la graine mûre.

» L'embryon du *Phœnix dactylifera,* déjà décrit à plusieurs reprises [1], contient une plantule peu différenciée. La gemmule se compose de deux feuilles et la radicule est réduite à un cône de cellules dont les plus externes présentent seulement un allongement plus marqué. L'axe de la gemmule et celui de la radicule font entre eux un angle de 180°, c'est-à-dire que la plantule est droite.

» La plantule présente les mêmes caractères chez les trois autres espèces germant suivant le type *remotiva* non ligulé (*Ph. canariensis, Trachycarpus excelsa, Livistona Chinensis*).

» Par contre, la plantule du *Washingtonia robusta* est mieux différenciée. Le cylindre central de la radicule est nettement délimité. En outre, l'axe de la radicule fait avec celui de la gemmule un angle de 140° environ. En d'autres termes, la plantule est courbe. Cette courbure est générale chez toutes les espèces possédant des ligules au moment de la germination. Il semble qu'elle s'accentue encore chez les palmiers germant suivant le type *admotiva*. Chez l'*Archontophœnix Cunninghamiana,* les deux axes font entre eux un angle voisin de 90°, et, enfin, chez l'*Arcea Catechu,* la courbure est très accentuée, l'angle des deux axes est environ de 60°.

» De ces observations, qui seront étendues ultérieurement à un plus grand nombre d'espèces, il résulte que :

» 1° La plantule des palmiers n'est pas toujours droite, mais présente chez beaucoup d'espèces une courbure qui peut devenir très accentuée accompagnée d'une différenciation qui semble plus marquée;

» 2° La forme de la plantule présente, chez les espèces étudiées, une concordance remarquable avec la morphologie de la germination. »

---

[1] De Mirbel, *Mémoire sur la racine de Dattier*. — Flahaut, *Accroissement terminal de la racine* (*Ann. des Sc. nat.*).

PATHOLOGIE VÉGÉTALE. — *Sur l'hivernage de l'oïdium de la Vigne.* Note de M. **Gy de Istvanffi**, présentée par M. Prillieux [1].

« Il est extrêmement important de savoir comment les maladies cryptogamiques se perpétuent. La connaissance des stations et des abris d'hivernage des parasites, fournit, pour la destruction des maladies, les données les plus nécessaires.

» En ce qui concerne l'oïdium (dépourvu de périthèces) quelques auteurs prétendent que son mycélium se retire dans les bourgeons (Viala, Wortmann) ou qu'il hiverne dans les angles des ramifications ou sur les feuilles (Viala) ou sur quelques autres parties de la Vigne (J. Behrens). Plus récemment, le 11 novembre 1903, un mois après le commencement de mes recherches, M. Appel a publié une Note constatant que le mycélium reprenait une nouvelle vie en mai sur les sarments.

» Les périthèces n'ayant pas encore été observés en Hongrie, il fallait chercher quels autres moyens avait l'oïdium de traverser l'hiver.

» J'ai constaté : 1° Dans quelques bourgeons des pousses tardives, le 11 octobre 1903, la présence du mycélium de l'oïdium et même de ses fructifications conidiennes. Les séries de coupes faites au microtome font voir le mycélium sous les écailles extérieures non encore subérifiées, ainsi que les points d'attaque du mycélium intéressant la base de l'écaille. L'oïdium pénètre donc dans les bourgeons tardifs et y fructifie.

» Dans les bourgeons recueillis le 23 décembre, le 25 janvier et le 9 février sur les sarments à l'air libre, beaucoup d'écailles présentent les dégâts caractéristiques, mais le mycélium n'est pas visible. Probablement les suçoirs seuls sont vivants.

» Je n'attache pas une importance spéciale à l'hivernage dans les bourgeons.

» 2° Sur les sarments des vignes attaquées par l'oïdium en automne, j'ai récolté le mycélium pendant l'hiver. Les sarments observés depuis l'automne jusqu'à ce jour portaient une grande quantité de mycélium; par endroits, notamment sur des parties paraissant relativement indemnes à l'œil nu, on remarquait que les filaments flétris et ratatinés portaient de nombreux suçoirs extrêmement développés (36^{μ}-15^{μ}) et que les parties des filaments voisines des suçoirs, sur une longueur de 100^{μ} à 200^{μ}, contenaient, ainsi que les suçoirs eux-mêmes, du protoplasma dense et réfringent.

» Ces faits sont en parfaite harmonie avec les observations de M. Appel publiées le 11 novembre 1903.

» Ayant ainsi constaté dans nos contrées la présence du mycélium à forts suçoirs et à plasma condensé, sur les sarments, pendant toute la durée de l'hiver, nous pouvons le regarder comme un mycélium à vie latente capable de perpétuer la maladie.

(1) Cette Note est datée de Budapest, 13 février 1904.

» 3° Sur les grapillons recueillis sur des sarments le 25 janvier et le 9 février, on trouve le mycélium de l'oïdium extrêmement répandu. Les grapillons récoltés le 25 janvier et conservés à sec dans des bocaux ont présenté du mycélium déjà en pleine fructification. Les filaments vigoureux ayant 12^{μ} de large se subdivisent en fragments de 30^{μ} à 50^{μ} formant des sortes de conidies et ils produisent aussi des conidies ordinaires.

» Il résulte de ces faits qu'un traitement hivernal s'impose. On doit : 1° enlever immédiatement après la vendange les grapillons et les sarments attaqués et administrer, sans tarder, aux ceps un traitement à forte dose (par exemple, bisulfite à 5 à 8 pour 100); 2° faire un badigeonnage un peu avant l'éclosion des bourgeons pour détruire le mycélium hivernal. Les vignes sur treilles et les vignes en culture de forçage nécessitent un traitement encore plus soigné.

» Mes observations sur le mode de végétation de l'oïdium sont en parfaite harmonie avec les faits précédents.

» L'oïdium se montre de bonne heure sur les vignes; il attaque au plus tôt les pousses vertes et se retire de préférence sous les ligatures, lieu où on le découvre ordinairement, même sur les pousses presque indemnes. De ce point il descend pour attaquer les fruits. Ainsi son développement, pendant la période de la pleine végétation de la vigne, est basipétal; en automne, il devient aéropétal, envahissant les pousses tardives et les grapillons. Pendant sa migration, il laisse partout du mycélium pour l'hiver, afin d'assurer sa réapparition au printemps suivant.

» Ce mode de développement explique l'auto-infection des vignes souvent observée et crée en même temps des foyers d'infection nouvelle pour la période suivante. »

M. I. **Ménard** adresse une Lettre relative à une vigne qui était atteinte de plusieurs maladies cryptogamiques, et qu'il a soumise à un traitement par l'acide salicylique.

(Renvoi à l'examen de M. Müntz.)

A 4 heures un quart l'Académie se forme en Comité secret.

La séance est levée à 5 heures.

G. D.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

OUVRAGES REÇUS DANS LA SÉANCE DU 1er FÉVRIER 1904.

Annales de l'Observatoire d'Astronomie physique de Paris, sis Parc de Meudon (Seine-et-Oise), publiées par J. JANSSEN, Directeur de l'Observatoire. *Atlas de photographies solaires;* 1er volume de l'Atlas publié par J. JANSSEN, assisté de M. PASTEUR, photographe de l'Observatoire, 1er fascicule. Paris, Gauthier-Villars, 1903; 1 fasc. in-plano (63 × 73). (Hommage de l'Auteur.)

Théorie des fonctions algébriques de deux variables indépendantes, par EMILE PICARD, Membre de l'Institut, et GEORGES SIMART; t. II, 2e fasc. Paris, Gauthier-Villars, 1904; 1 vol. in-8°. (Hommage des Auteurs.)

Contrôle des installations électriques au point de vue de la sécurité, par A. MONMERQUÉ; 2e édition revue et corrigée. Paris, Ch. Béranger, 1904; 1 vol. in-12. (Présenté par M. Maurice Levy.)

Les régulateurs des machines à vapeur, par M. L. LECORNU. Paris, Vve Ch. Dunod, 1904; 1 vol. in-4°. (Présenté par M. Léauté.)

L'Internat en médecine et en chirurgie des hôpitaux et hospices civils de Paris. Centenaire de l'Internat, 1802-1902; publié au nom du Comité du Centenaire par RAYMOND DURAND-FARDEL. Paris, E. Steinheil, s. d.; 1 vol. in-4°. (Présenté par M. Brouardel.)

Académie d'Hippone : Comptes rendus des réunions, années 1901-1902; *Bulletin,* n° 30. Bône, 1903; 2 fasc. et 1 vol. in-4°.

L'Électrochimie, revue mensuelle des sciences et de l'industrie, actualités scientifiques, radiologie médicale. ADOLPHE MINET, Directeur. 10e année, n° 1, janvier 1904. Paris; 1 fasc. in-4°.

Comptes rendus mensuels des réunions de la Société de l'Industrie minérale; janvier 1904. Saint-Étienne, J. Thomas et Cie; 1 fasc. in-8°.

Revue scientifique du Bourbonnais et du Centre de la France, pub. sous la direction de M. E. OLIVIER; 17e année, n° 193, janvier 1904. Moulins, imp. Etienne Auclaire; 1 fasc. in-8°.

Annales des maladies de l'oreille, du larynx, du nez et du pharynx; t. XXX, n° 1, janvier 1904. Paris; 1 fasc. in-8°.

Journal de la Société contre l'abus du tabac, paraissant tous les mois; 28e année, n° 1, janvier 1904. Paris; 1 fasc. in-8°.

Annales de Physicothérapie, publiées par J. RIVIÈRE; 3e année, n° 6, décembre 1903. Paris; 1 fasc. in-8°.

Société de secours aux blessés militaires des armées de terre et de mer. Croix-Rouge française. Bulletin mensuel; 40e année, IVe série, n° 59, janvier 1904. Paris; 1 fasc. in-8°.

Promemoria über den Plan einer kritischen Ausgabe des Mahabharata, im Auftrage der Academien und der gelehrten Gesellschaften zu Göttingen, Leipzig, München und Wien, ausgearbeitet v. Prof. JACOBI, in Bonn, LÜDERS, in Göttingen, und WINTERNITZ, in Prag. (*Bestimt zur Vorlage bei der zweiten allgemeinen Versammlung der internationalen Association zu London,* 1904.) Vienne, 1904; 1 fasc. in-12 (10 exemplaires).

Karl Heumanns Anleitung zum Experimentieren bei Vorlesungen über anorganische Chemie, zum Gebrauch an Universitäten, technischen Hochschulen und höheren Lehranstalten, von Prof. Dr O. KUHLING; 3. Auflage, mit 400 in den Text eingedruckten Abbildungen. Brunswick, Friedrich Vieweg et fils, 1904; 1 vol. in-8°. (Hommage de l'Éditeur.)

La théorie de la raison universelle, par IVAN WLASSILIEF WINOGRADOFF. Saint-Pétersbourg, 1903; 1 vol. in-8°. [En langue russe.] (Envoi de M. le Ministre de l'Instruction publique.)

Cosmographie, par IVAN WLASSILIEF WINOGRADOFF. Saint-Pétersbourg, 1904. [En langue russe.] (Envoi de M. le Ministre de l'Instruction publique.)

Essai d'étude de la chromosphère, en dehors des éclipses du Soleil, avec un spectrographe à fente circulaire, par M. N. DONITCH, avec 3 phototypies. Saint-Pétersbourg, 1903; 1 fasc. in-4°.

Atlas to accompany monograph XLV on the Vermilion iron-bearing district of Minnesota, by J. MORGAN CLEMENTS. Washington, Department of the Interior, United States geological Survey, 1903. 1 fasc. in-plano.

Notices sur des plantes utiles ou intéressantes de la Flore du Congo, par E. DE WILDEMAN. Bruxelles, Vve Monnom, 1903; 1 vol. in-8°.

OUVRAGES REÇUS DANS LA SÉANCE DU 8 FÉVRIER 1904.

Revue des travaux de Paléontologie végétale publiés dans le cours des années 1897-1900, par M. R. ZEILLER, Membre de l'Institut. Paris, Librairie générale de l'Enseignement, 1903; 1 fasc. in-8°. (Hommage de l'Auteur.)

Epiphyse und Paraphyse bei Krokodilen und Schildkröten, von ALFRED VOELTZKOW, mit 2 Tafeln. (*Beiträge zur Entwicklungsgeschichte der Reptilien,* V.) Francfort-sur-le-Main, Moritz Diesterweg, 1903; 1 fasc. in-4°. (Présenté, de la part de l'Auteur, par M. Alfred Grandidier.)

Système silurien du centre de la Bohême, par JOACHIM BARRANDE, Ire Partie: *Recherches paléontologiques;* continuation éditée par le Musée de Bohême: Vol. IV. *Gastéropodes,* par JAROSLAV PERNER; t. Ier. Texte: *Patellidæ* et *Bellerophontidæ;* planches 1 à 89, avec 111 fig. dans le texte; traduit par A.-S. OUDIN. Prague, 1903; 1 vol. in-4°. (Présenté par M. Gaudry. Hommage du Musée de Bohême.)

L'Asie inconnue. II. *Vers la ville interdite,* par le Dr SVEN HEDIN, traduit du suédois par CHARLES RABOT; 4 cartes et nombreuses illustrations. Paris, Félix Juven, 1903; 1 vol. in-4°. (Présenté par M. de Lapparent. Hommage de l'Auteur.)

Annuaire statistique de la Ville de Paris, 22e année, 1901. Paris, Masson et Cie, 1903; 1 vol. in-8°.

L'Enseignement mathématique, revue internationale, dirigée par C.-A. LAISANT et H. FEHR; 6e année, nº 1, 15 janvier 1904. Paris, C. Naud, 1904; 1 fasc. in-8°.

La Géographie; Bulletin de la Société de Géographie, publié tous les mois par le baron HULOT et M. CHARLES RABOT; t. IX, nº 1, 15 janvier 1904. Paris, Masson et Cie, 1904; 1 fasc. in-4°.

Annuaire de la Société météorologique de France; revue mensuelle, publiée sous la direction de M. TH. MOUREAUX; 52e année, janvier 1904. Paris, Gauthier-Villars; 1 fasc. in-8°.

Bulletin de la Société entomologique de France; 1904, nº 1. Paris, au siège de la Société; 1 fasc. in-8°.

Annales de l'Institut Pasteur, publiées par M. E. DUCLAUX, Membre de l'Institut, t. XVIII, nº 1, 25 janvier 1904. Paris, Masson et Cie; 1 fasc. in-8°.

Société française de prophylaxie sanitaire et morale. Bulletin mensuel; 4e année, nº 1, 4 janvier 1904. Paris, au siège de la Société; 1 fasc. in-8°.

On the structure of gold-leaf, and the absorption spectrum of gold, by J.-W. MALLET. (*Phil. Trans.,* A, vol. CCIII, 1904, p. 43-51.) Londres; 1 fasc. in-4°.

Studies among the snow crystals during the winter of 1901-1902, *with additional data collected during previous winters,* and twenty-two half-tone plates, by M. WILSON A. BENTLEY. (Extr. de *The Annual Summary of the monthly weather Review for* 1902.) 1 fasc. in-4°.

Weather folk-lore and local weather signs, by EDWARD-B. GARRIOTT. (U. S. Depart. of Agriculture. Bul. nº 33.) Washington, 1903; 1 vol. in-8°.

Einbührung in die physikalische Chemie, von Dr JAMES WALKER; nach der 2. Auflage des originals übersetzt u. herausgegeb. v. Dr H. v. STEINWEHR, mit 48 in den Text Abbildungen. Brunswick, Friedrich Vieweg et fils, 1904; 1 vol. in-8°. (Offert par l'éditeur.)

Highway construction in Wisconsin, by ERNEST-ROBERTON BUCKLEY. (*Wisconsin geological and natural History Survey.* Bul. X.) Madison, Wis, 1903; 1 vol. in-8°.

Partie du Mémoire *Sur la nature de l'électricité et sa provenance,* présenté à l'Académie royale des Sciences de Belgique, par M. AUGUSTIN MEURIS. Bruxelles, impr. E. Daem, 1903; 1 fasc. in-8°.

Statements regarding exchanges offered by the Allegheny observatory library by F.-L.-O. WADSWORTH. Lancaster, Pa.; 1 fasc. in-8°. (Extrait de *Science,* n. s. vol. XVIII, nº 458, p. 471-472, 9 octobre 1903.)

Preliminary report on the lead and zinc deposits of southwestern Wisconsin, by ULYSSE SHERMAN GRANT. (*Wisconsin geological and natural History Survey.* Bul. nº IX.) Madison, Wis., 1903; 1 fasc. in-8°.

Report of the Chief of the « Weather Bureau » for 1903, by WILLIS-L. MOORE. Washington, 1903; 1 fasc. in-8°.

(*A suivre.*)

N° 9.

TABLE DES ARTICLES. (Séance du 29 février 1904.)

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

CORRESPONDANCE.

N° 9.

SUITE DE LA TABLE DES ARTICLES.

PARIS. — IMPRIMERIE GAUTHIER-VILLARS,
Quai des Grands-Augustins, 55.

Le Gérant : Gauthier-Villars.



1904

PREMIER SEMESTRE.

COMPTES RENDUS

HEBDOMADAIRES

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES

PAR MM. LES SECRÉTAIRES PERPÉTUELS.

TOME CXXXVIII.

N° 10 (7 Mars 1904).

PARIS,

GAUTHIER-VILLARS, IMPRIMEUR-LIBRAIRE

DES COMPTES RENDUS DES SÉANCES DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES,

Quai des Grands-Augustins, 55.

1904

RÈGLEMENT RELATIF AUX COMPTES RENDUS

ADOPTÉ DANS LES SÉANCES DES 23 JUIN 1862 ET 24 MAI 1875

Les *Comptes rendus hebdomadaires des séances de l'Académie* se composent des extraits des travaux de ses Membres et de l'analyse des Mémoires ou Notes présentés par des savants étrangers à l'Académie.

Chaque cahier ou numéro des *Comptes rendus* a 48 pages ou 6 feuilles en moyenne.

26 numéros composent un volume.

Il y a deux volumes par année.

ARTICLE 1er. — *Impression des travaux de l'Académie.*

Les extraits des Mémoires présentés par un Membre ou par un associé étranger de l'Académie comprennent au plus 6 pages par numéro.

Un Membre de l'Académie ne peut donner aux *Comptes rendus* plus de 50 pages par année.

Toute Note manuscrite d'un Membre de l'Académie ou d'une personne étrangère ne pourra paraître dans le *Compte rendu* de la semaine que si elle a été remise le jour même de la séance.

Les Rapports ordinaires sont soumis à la même limite que les Mémoires; mais ils ne sont pas compris dans les 50 pages accordées à chaque Membre.

Les rapports et Instructions demandés par le Gouvernement sont imprimés en entier.

Les extraits des Mémoires lus ou communiqués par les Correspondants de l'Académie comprennent au plus 4 pages par numéro.

Un Correspondant de l'Académie ne peut donner plus de 32 pages par année.

Les *Comptes rendus* ne reproduisent pas les discussions verbales qui s'élèvent dans le sein de l'Académie; cependant, si les Membres qui y ont pris part désirent qu'il en soit fait mention, ils doivent rédiger, séance tenante, des Notes sommaires, dont ils donnent lecture à l'Académie avant de les remettre au Bureau. L'impression de ces Notes ne préjudicie en rien aux droits qu'ont ces Membres de lire, dans les séances suivantes, des Notes ou Mémoires sur l'objet de leur discussion.

Les Programmes des prix proposés par l'Académie sont imprimés dans les *Comptes rendus*, mais les Rapports relatifs aux prix décernés ne le sont qu'autant que l'Académie l'aura décidé.

Les Notices ou Discours prononcés en séance publique ne font pas partie des *Comptes rendus*.

ARTICLE 2. — *Impression des travaux des Savants étrangers à l'Académie.*

Les Mémoires lus ou présentés par des personnes qui ne sont pas Membres ou Correspondants de l'Académie peuvent être l'objet d'une analyse ou d'un résumé qui ne dépasse pas 3 pages.

Les Membres qui présentent ces Mémoires sont tenus de les réduire au nombre de pages requis. Le Membre qui fait la présentation est toujours nommé mais les Secrétaires ont le droit de réduire cet Extrai autant qu'ils le jugent convenable, comme ils le fon pour les articles ordinaires de la correspondance officielle de l'Académie.

ARTICLE 3.

Le *bon à tirer* de chaque Membre doit êt l'Imprimerie le mercredi au soir, ou, au plu jeudi à 10 heures du matin; faute d'être remis à temps le titre seul du Mémoire est inséré dans le *Compte rend* actuel, et l'extrait est renvoyé au *Compte rendu* su vant et mis à la fin du cahier.

ARTICLE 4. — *Planches et tirage à part.*

Les *Comptes rendus* ne contiennent ni planches, figures.

Dans le cas exceptionnel où des figures seraie autorisées, l'espace occupé par ces figures compte pour l'étendue réglementaire.

Le tirage à part des articles est aux frais des a teurs; il n'y a d'exception que pour les Rapports les Instructions demandés par le Gouvernement.

ARTICLE 5.

Tous les six mois, la Commission administrative f un Rapport sur la situation des *Comptes rendus* apr l'impression de chaque volume.

Les Secrétaires sont chargés de l'exécution du pr sent Règlement.

Les Savants étrangers à l'Académie qui désirent faire présenter leurs Mémoires par MM. les Secrétaires perpétuels sont priés de déposer au Secrétariat au plus tard le Samedi qui précède la séance, avant 5h. Autrement la présentation sera remise à la séance suivai

ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 7 MARS 1904,

PRÉSIDENCE DE M. MASCART.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

M. le **Président**, en annonçant à l'Académie la perte qu'elle vient de faire dans la personne de M. *Fouqué*, s'exprime en ces termes :

« Un grand deuil frappe aujourd'hui l'Académie. J'ai le profond regret d'annoncer la mort de M. Fouqué, doyen de la Section de Minéralogie, décédé subitement ce matin à son réveil.

» M. Fouqué appartenait à notre Compagnie depuis 1881.

» Ancien élève de l'École Normale, il fit d'abord une incursion dans l'Industrie et revint bientôt à la Science avec son maître, Charles Sainte-Claire Deville. Après divers voyages au Vésuve et au Stromboli, il fit, avec une mission de l'Académie, cette campagne de Santorin qui donna lieu à la publication d'un grand Ouvrage rempli de précieux renseignements sur la nature des roches et des émanations d'origine volcanique, et dans lequel on trouve en même temps de curieuses recherches historiques.

» Il fut en France l'initiateur de la pétrographie microscopique, ou étude des éléments cristallisés qui constituent les roches. Voyageur infatigable et doué d'une énergie qu'il devait à ses origines, M. Fouqué estimait que les progrès de la Géologie doivent se conquérir sur le terrain, par une longue expérience personnelle, sans souci des fatigues qu'elle impose.

» Au cours de ses explorations en Auvergne, il fit l'admiration des rudes habitants du pays par la sobriété de sa vie, son endurance à la peine et la simplicité avec laquelle il partait chaque matin pour rapporter lui-même à la fin de la journée, sans aucun aide, une charge imprévue de pierres recueillies le long du chemin.

» Ceux qui l'ont approché de plus près ont pu apprécier la loyauté presque rigide de son caractère, la bonhomie, l'aménité et la sûreté de

ses relations. Il laissera le souvenir d'un savant passionné pour les études auxquelles il a consacré sa vie et la mémoire d'un homme de bien. »

La séance est levée en signe de deuil, après le dépouillement de la Correspondance.

M. le **Président** annonce à l'Académie la mort de M. *Perrotin*, Directeur de l'Observatoire de Nice, Correspondant pour la Section d'Astronomie.

CHIMIE VÉGÉTALE. — *Recherches sur les échanges gazeux entre l'atmosphère et les plantes séparées de leurs racines et maintenues dans l'obscurité*, par M. **Berthelot**.

I.

« Ces recherches ont été exécutées simultanément avec l'étude de l'émission de la vapeur d'eau par les plantes (*Comptes rendus*, t. CXXXVIII, 1904, p. 16). Elles ont porté sur des espèces de graminées, appartenant surtout au groupe *Festuca*, regain de prairies fauchées en septembre 1903 : les inflorescences y ont eu peu d'importance. La coupe a été entassée toute fraîche dans une meule, recouverte d'une bâche imperméable, qui la préservait à la fois de la pluie et s'opposait à l'évaporation : conditions comparables jusqu'à un certain point à celles de la conservation d'une récolte en silos. La masse n'était pas comprimée, autrement que par son propre poids. Pour recueillir les gaz, on a introduit au sein de cette masse, et vers son centre, à une profondeur de $0^m,80$ environ, un tube de verre horizontal, relié avec un aspirateur extérieur.

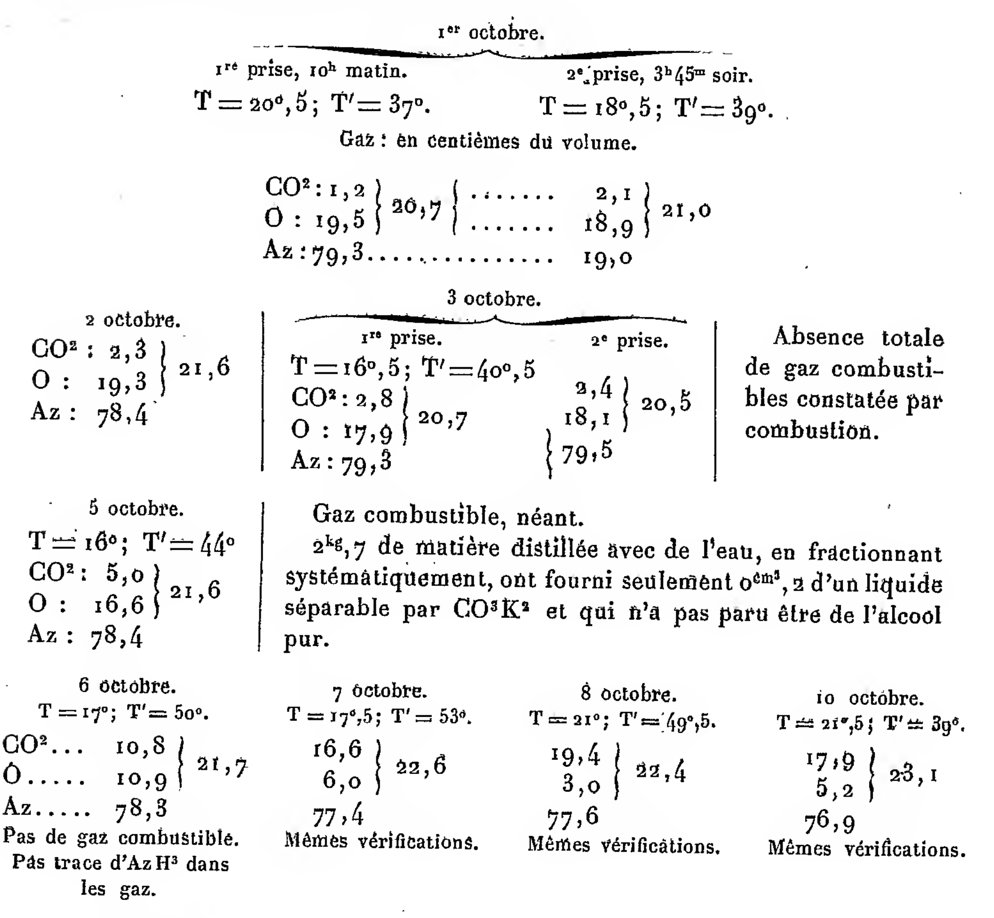
» Divers artifices, faciles à concevoir, permettaient de constater la moindre alcalinité ou acidité (autre que celle de CO^2) dans les gaz, d'y titrer l'ammoniaque, de peser l'acide carbonique, pour contrôler l'analyse des gaz en volume.

II.

» Meule couverte. Plantes entassées rapidement, sans compression, au fur et à mesure de la coupe, le 30 septembre 1903.

» Poids des plantes humides : 146 kilos, renfermant 68,2 centièmes d'eau éliminable à 110°. — Diamètre de la meule : $1^m,80$. — Hauteur au centre : $0^m,50$. — Forme cylindrique.

» On prend chaque fois la température centrale dans la masse, T', et la température de l'air ambiant à côté, T.



1er octobre.

	1re prise, 10h matin.		2e prise, 3h45m soir.	
	T = 20°,5; T' = 37°.		T = 18°,5; T' = 39°.	

Gaz : en centièmes du volume.

	1re prise		2e prise	
CO^2	1,2	20,7	2,1	21,0
O	19,5		18,9	
Az	79,3		19,0	

2 octobre.

CO^2	2,3	21,6
O	19,3	
Az	78,4	

3 octobre.

	1re prise. T = 16°,5; T' = 40°,5		2e prise.	
CO^2	2,8	20,7	2,4	20,5
O	17,9		18,1	
Az	79,3		79,5	

Absence totale de gaz combustibles constatée par combustion.

5 octobre.

T = 16°; T' = 44°

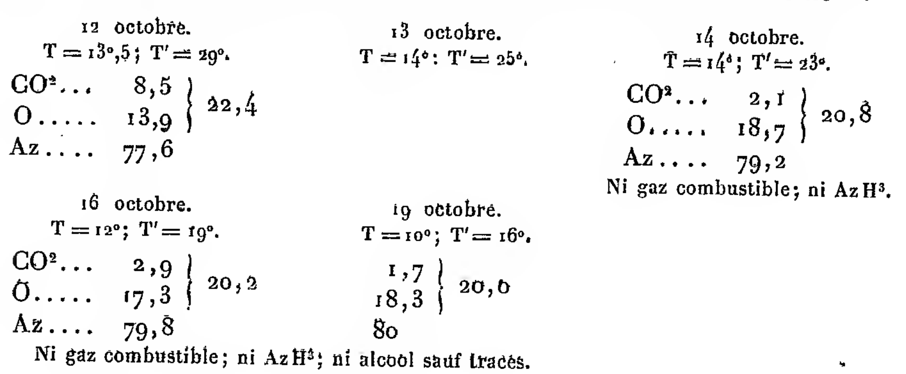
CO^2	5,0	21,6
O	16,6	
Az	78,4	

Gaz combustible, néant.

2kg,7 de matière distillée avec de l'eau, en fractionnant systématiquement, ont fourni seulement 0cm³,2 d'un liquide séparable par CO^3K^2 et qui n'a pas paru être de l'alcool pur.

	6 octobre. T = 17°; T' = 50°.		7 octobre. T = 17°,5; T' = 53°.		8 octobre. T = 21°; T' = 49°,5.		10 octobre. T = 21°,5; T' = 39°.	
CO^2	10,8	21,7	16,6	22,6	19,4	22,4	17,9	23,1
O	10,9		6,0		3,0		5,2	
Az	78,3		77,4		77,6		76,9	
	Pas de gaz combustible. Pas trace d'Az H³ dans les gaz.		Mêmes vérifications.		Mêmes vérifications.		Mêmes vérifications.	

» A ce moment la meule affaissée était réduite à une hauteur de 25cm.



	12 octobre. T = 13°,5; T' = 29°.		13 octobre. T = 14°: T' = 25°.	14 octobre. T = 14°; T' = 23°.	
CO^2	8,5	22,4		2,1	20,8
O	13,9			18,7	
Az	77,6			79,2	
				Ni gaz combustible; ni Az H³.	

	16 octobre. T = 12°; T' = 19°.		19 octobre. T = 10°; T' = 16°.	
CO^2	2,9	20,2	1,7	20,0
O	17,3		18,3	
Az	79,8		80	

Ni gaz combustible; ni Az H³; ni alcool sauf traces.

» Les essais de contrôle exécutés avec du foin, desséché au contact de l'air préalablement à sa mise en meule, n'ont fourni que des traces de CO^2, sans dégagement de chaleur sensible, ainsi qu'on pouvait s'y attendre.

» Ces expériences mettent en évidence un certain nombre de phénomènes, caractéristiques par leur nature et par leur enchaînement.

» En premier lieu, au sein de la masse humide des herbes entassées, il se produit, par l'effet des actions chimiques, attribuables en partie à des influences de ferments et d'agents microbiens, un dégagement de chaleur notable, et qui va d'abord en croissant, jusqu'à atteindre, au bout d'une semaine, une température de 53°; supérieure à celle du milieu ambiant, qui a oscillé entre 17° et 21°. La présence dans la masse d'une proportion d'eau libre ou combinée, s'élevant à 68 centièmes, a empêché cette élévation de température de dépasser une certaine limite.

» Cependant les choses pourraient se passer autrement, si la meule n'était pas protégée par une bâche imperméable contre l'évaporation spontanée. Dans le cas où une portion de la chaleur engendrée au début, au lieu de se perdre par rayonnement, conductibilité et contact de l'air, aurait servi à produire de la vapeur d'eau, dissipée à mesure dans l'atmosphère, la masse totale aurait diminué par l'effet d'une dessiccation partielle, qui permettrait à la chaleur développée ultérieurement par les réactions intérieures, d'élever la température du restant, de façon à activer ces réactions, suivant une loi très générale. Les oxydations, en particulier, devenues plus énergiques, auraient à leur tour développé plus de chaleur et, par suite, une température de plus en plus haute. On sait que les phénomènes ainsi accélérés peuvent aboutir à l'inflammation spontanée des meules. J'ai déjà insisté sur cet ordre d'effets et sur leur mécanisme (*Annales de Chimie et de Physique*, 7ᵉ série, t. II, 1894, p. 430).

» Quoi qu'il en soit, les phénomènes qui provoquent un tel dégagement de chaleur s'épuisent à la longue, par la destruction même des principes immédiats et agents microbiens, ou autres, qui les alimentent. Par suite, la température intérieure de la meule baisse peu à peu, jusqu'à ne différer à peine de celle du milieu ambiant, à la fin de la deuxième semaine.

» L'analyse des gaz extraits de la masse, aux différentes époques, jette une vive lumière sur les causes du dégagement de chaleur. En effet, ces gaz ont été trouvés constitués uniquement par un mélange d'acide carbonique, d'oxygène et d'azote. Ils ne renfermaient ni gaz et vapeurs, alcalins ou acides (autres que CO^2), en dose appréciable, sur un volume d'un litre. Ils ne renfermaient pas non plus ni hydrogène, ni formène, ou autres

gaz combustibles, d'après les analyses eudiométiques par combustion.

» Les rapports de ces trois composants sont caractéristiques. En premier lieu, le volume relatif de l'azote est le même que dans l'air atmosphérique, au début de l'expérience et à son terme. Dans l'intervalle, il demeure toujours voisin de son chiffre normal, quoique un peu inférieur, sans que l'écart ait dépassé 2,3 centièmes; circonstance qui paraît exclure la production d'azote libre, aussi bien que celle du gaz ammoniac, dans les conditions de mes expériences.

» En dehors de l'azote, les seuls composants observés sont dès lors l'oxygène et l'acide carbonique : la somme de ces deux gaz étant la même que le volume de l'oxygène dans l'air atmosphérique normal, ou voisine de cette somme. Pour préciser, l'écart ne dépasse pas 2,3 centièmes, au profit de l'acide carbonique, naturellement.

» Dans ces conditions, les échanges gazeux entre l'atmosphère et les plantes entassées se rapprochent extrêmement de ceux qui caractérisent la respiration animale : c'est-à-dire que certains des principes immédiats de la plante sont brûlés par l'oxygène, avec production d'un volume sensiblement équivalent d'acide carbonique; le rapport $\frac{CO^2}{O}$ étant voisin de l'unité. Le léger excès en volume d'acide carbonique observé doit être attribué à une trace de fermentation alcoolique ou analogue; trace minime d'ailleurs, car la dose d'alcool isolable par distillation dans plusieurs essais, au cours et à la fin des expériences, a été trouvée toujours excessivement minime : telle par exemple que 0^{g},2 d'alcool au plus pour plusieurs kilogrammes de plantes. La combustion d'un peu d'hydrogène, emprunté à la matière organique, en même temps que celle du carbone qui fournit l'acide carbonique, ne peut être également que minime; car elle aurait pour effet, en abaissant la dose d'oxygène demeuré libre, d'élever la dose centésimale de l'azote, dans un volume donné, provenant de l'air atmosphérique. Cependant la chose serait possible, si l'acide carbonique avait été accru au même moment; en tout cas ce phénomène, de même que dans la respiration animale, ne saurait être que fort limité. Ces résultats ont été contrôlés d'ailleurs, comme il va être dit, par l'analyse des matières végétales génératrices.

» En somme, les graminées préservées de la dessiccation, et conservées en l'absence de la lumière, ont présenté les mêmes phénomènes que les tissus qui subissent l'effet de la respiration animale : combustion du carbone, comme s'il était libre, avec production d'un volume d'acide carbonique à peu près égal à celui de l'oxygène éliminé, sans combustion bien

notable d'hydrogène, ni développement d'azote libre, ni de gaz hydrogénés. Ainsi la stabilité relative de l'azote combiné, au sein des principes immédiats de l'économie animale, se retrouve durant la métamorphose des produits végétaux, dans les conditions de mes essais. Ce résultat essentiel va être confirmé par les analyses des matières restantes.

» En effet, établissons le bilan de l'expérience précédente, d'après la détermination du poids initial et du poids final des matières mises en œuvre, et le dosage de leurs éléments, exécuté avec autant de précision qu'en comporte ce genre d'essais, où la comparaison s'opère sur des moyennes.

» Poids initial de la meule : 146^{kg}, contenant 31,7 centièmes de matière (séchée à 110°), soit $46^{kg},3$ de matière sèche, la dose des éléments étant

$$C = 20^{kg},5; \quad H = 2^{kg},9; \quad Az = 0^{kg},80; \quad O = 17^{kg},5.$$

» Les cendres pesaient $4^{kg},5$.

» Poids final : 96^{kg}, contenant 39 centièmes de matière sèche, soit $37^{kg},5$.

» La dose des éléments était $C = 14^{kg},8$; $H = 2^{kg},0$; $Az = 0^{kg},80$; $O = 12^{kg},5$.

» Les cendres pesaient $7^{kg},3$.

» Il résulte de cette dernière mesure que les matériaux de la meule, en s'affaissant sur le sol à l'état humide, lui ont emprunté, soit par dissolution, soit par adhésion purement mécanique : $2^{kg},8$.

» Au contraire, les éléments hydrocarbonés ont perdu de leur poids, $C = 5^{kg},7$; $H = 0,9$; $Az = 0,0$; $O = 5,0$; en tout $11^{kg},6$, soit 25 centièmes du poids initial. Cette perte est attribuable surtout à la combustion interne, produite au commencement; quoique une certaine dose de matière ait pu disparaître en se dissolvant au sein de l'eau excédente, qui s'est infiltrée dans le sol. Le rapport C : H est sensiblement celui de 6 : 1, correspondant à la composition des hydrates de carbone. La combustion de l'hydrogène aurait dû exiger 7,2 d'oxygène : les plantes n'ayant fourni que 5,0, le surplus a dû être emprunté à l'atmosphère : ce qui coïncide avec les observations faites plus haut dans l'analyse des gaz.

» Quant à l'azote, il n'a pas varié sensiblement : ce qui vérifie l'absence de dégagement d'azote libre et de gaz ammoniacaux. Ceci concorde avec les observations faites sur les matières azotées, dans l'économie animale; on sait, en effet, que les composés azotés y éprouvent une sorte de dégradation, de simplification successive, qui aboutit à des principes immédiats

renfermant un nombre d'atomes de carbone de plus en plus réduit et finalement à l'urée. Quelque chose d'analogue se manifeste au cours des expériences que je viens de décrire. En effet, si la masse végétale est soumise ensuite à des distillations méthodiques en présence d'une grande quantité d'eau, on arrive à en extraire, sans élever la température au-dessus de 100°, du carbonate d'ammoniaque cristallisé.

» En opérant sur 6kg d'herbe fermentée, les produits aqueux mêmes de ces distillations ont été neutralisés par l'acide chlorhydrique étendu; ce qui a fourni en définitive près de 3g de chlorhydrate d'ammoniaque cristallisé, dont la composition a été vérifiée par l'analyse. Il était à peu près exempt d'autre alcali volatil.

» *A fortiori*, a-t-on obtenu de l'ammoniaque, en distillant les produits végétaux délayés dans une grande quantité d'eau, avec un peu de potasse.

» Ces résultats concourent à rapprocher la transformation des principes immédiats végétaux, accomplie en dehors de la lumière, avec celle des principes immédiats animaux. Dans les deux cas, on observe à la fois, je le répète, une production de chaleur considérable, une absorption d'oxygène, une combustion de carbone prédominante, une production d'acide carbonique, sous un volume voisin de celui de l'oxygène absorbé, enfin l'absence de dégagement d'azote libre, mais une transformation des principes azotés, qui tend à les rapprocher de l'état du carbonate d'ammoniaque, ou de son équivalent, l'urée.

» Le parallélisme de ces différents effets mérite au plus haut degré de fixer l'attention. On peut le manifester d'une façon plus piquante, en observant que le fourrage aurait fourni la même quantité de chaleur, c'est-à-dire d'énergie, en vertu de réactions similaires, soit qu'il eût été transformé directement dans les conditions ci-dessus exprimées, soit qu'il eût été consommé pour la nutrition d'un animal herbivore. »

PALÉONTOLOGIE VÉGÉTALE. — *Sur les rhizomes et les racines des Fougères fossiles et des Cycadofilices.* Note de M. **Grand'Eury**.

« Depuis qu'a paru (¹) ma Communication sur les *Psaronius* trouvés debout avec leurs racines dans les forêts fossiles du Bassin de la Loire, je me suis appliqué à explorer les rhizomes et les racines de fougères fossiles

(¹) *Comptes rendus*, 9 avril 1900.

en place, attendant de les trouver en rapport avec des tiges, avant de les signaler.

» Plus nombreux, répandus, et variés qu'on ne le pouvait prévoir, les rhizomes de Fougères remplissent avec leurs racines, à Saint-Étienne, des sols et nerfs de couches de houille, comme les *Stigmaria* à Rive-de-Gier; ils font aussi corps avec le charbon à la formation duquel ils ont contribué dans une mesure appréciable.

» Les rhizomes, maintenant reliés aux *Psaronius*, sont de beaucoup les plus abondants. Ils se présentent sous la forme de longues tiges horizontales enveloppées de racines peu divergentes qui leur donnent un air de ressemblance avec ces fossiles. L'axe des rhizomes est cependant peu indiqué; le tissu spongieux qui le remplissait a disparu ainsi que celui des racines, et de l'un et des autres il ne reste qu'une mince écorce unie et des épidermes. Les racines sont d'ordinaire sinueuses et emmêlées sauf celles inférieures plus petites qui, se recourbant et s'enfonçant dans le sol, témoignent de concert avec les autres que lesdits rhizomes ont rampé sur le fond vaseux des eaux; quelques-uns pénètrent dans les sols de végétation; ils sont ramifiés et ce sont certaines de leurs extrémités actives qui, en se relevant, ont produit les tiges verticales de *Psaronius*.

» Les racines libres des rhizomes, ainsi que les racines adventives des tiges, accusent un diamètre de 1^{cm} à 2^{cm}, beaucoup plus fort que celui des racines d'aucune Fougère vivante des marais des pays chauds; et tel a été le degré de turgescence de ces organes dans l'eau, que nombre de grosses racines de Fougères fossiles portent des cicatrices de radicelles semblables, quoique plus petites, aux cicatrices de *Stigmaria* dont la forme résulte du gonflement simultané de la tige et de la racine autour de l'insertion.

» Dans les schistes que les rhizomes encombrent de leurs racines et au-dessus, sont fréquemment entassés pêle-mêle et étroitement associés, des *Psaronius, Psaroniocaulon, Ptychopteris,* avec des pétioles et frondes de *Pecopteris* Cyathéoïdes, de manière à ne laisser aucun doute sur l'identité générique de ces divers organes.

» Parmi les autres Fougères qui se révèlent dans nos forêts fossiles, méritent d'être signalées des tiges verticales nues légèrement striées par des radicelles intracorticales; ces tiges s'amincissent en bas, s'y recourbent, faisant suite à de minces rhizomes souterrains; de la base même des tiges sortent des rhizomes comme de la partie inférieure des Calamites; la base des tiges, et les rhizomes, sont garnis de racines horizontales, courtes, charbonneuses, bien différentes de celles des *Psaronius* ordinaires.

» Dans les sols de végétation existent d'autres rhizomes de fougères ; l'un d'eux paraît pourvu de grosses cicatrices de pétioles.

» Je signalerai encore, comme susceptibles de définition, deux types de racines : les unes très longues, grêles, rigides, peu ramifiées, pourvues de radicelles aux extrémités; les autres, au contraire, courtes, très ramifiées, décroissantes, réduites dès leur origine à un mince épiderme aplati.

» Avec les rhizomes et racines de fougères, on ne rencontre guère que des Pécoptéridées.

» Il est à remarquer que les feuilles de celles-ci sont, en proportion notable, chargées de synangium.

» Bien différemment se présentent les Névroptéridées qui ne le cèdent pas, quant à la quantité, aux Pécoptéridées; car tandis que ces dernières sont en partie fructifères, sur des milliers de *Nevropteris, Odontopteris, Alethopteris* examinés avec la plus grande attention depuis plus de dix ans, je n'ai aperçu aucune trace de sores; et leurs prétendus rhizomes paraissent n'être que des *Aulacopteris* couchés ayant pris racine.

» De ces fougères on ne connaît que les frondes et les stipes, et, bien que je les aie étudiées sur place, je suis loin d'en avoir démêlé toutes les parties.

» Avec les stipes d'*Odontopteris,* j'ai cependant bien reconnu un abondant chevelu radiculaire provenant de la subdivision successive de petits rameaux striés sortant normalement de ces stipes. Dans les *Alethopteris,* ce chevelu est remplacé par de très nombreuses racines rubanées ayant également flotté dans l'eau.

» La dimension des stipes est considérable et l'on n'en a pas encore mis à découvert une touffe complète et bien conservée.

» En explorant les convois d'*Aulacopteris* échoués presque sur place, on remarque des divisions dans tous les sens que ne comportent pas des stipes simples, et, parmi, des organes singuliers dont la destination est inconnue; on voit les stipes principaux s'épaissir, perdre leurs stries et se rider, et d'une base complexe ainsi modifiée, se séparer des amorces de racines dont je crois pouvoir rapprocher :

» 1° Des racines charbonneuses irrégulièrement ramifiées munies de racines minces comme celles des fougères;

» 2° Des racines ligneuses faussement bifurquées, très ramifiées et diffuses, striées, les plus grosses protégées par une mince couche de liège.

» Ces racines rappellent, à divers égards, celles des Cordaïtes plutôt

que celles des Fougères, et, à propos de ces organes, la question se pose de savoir si certaines Névroptéridées ne se sont pas reproduites par graines, comme l'absence de sores et les coïncidences suivantes me portent à le croire.

» Les *Cordaicarpus* mis de côté, les graines, à Saint-Étienne, sont aussi nombreuses que variées : elles recouvrent des joints de stratification; on n'en compte plus les genres ou types.

» En général, elles sont entières, bien conservées, rassemblées par espèces, et à moins de supposer très gratuitement qu'elles étaient stériles et légères, il est impossible d'admettre qu'elles ont subi un long transport et sont ainsi étrangères aux autres fossiles du terrain houiller. Il est plus naturel de penser que, comme les graines de Cordaïtes, elles gisent avec les plantes qui les ont portées. Il n'y en a pas, en tout cas, avec les Lépidophytes et les Calamariées. Elles se montrent de préférence avec certaines Névroptéridées, sans autres fossiles que quelques *Doleropteris* et des feuilles très rares; et ce qui me convainc le plus que la plupart des graines correspondent à ces fougères, c'est moins la difficulté de trouver suffisamment d'autres plantes pour se les approprier, que ce fait pour ainsi dire constant de rencontrer au milieu des stipes peu remaniés d'*Aléthopteris Grandini* Br., des *Pachytesta gigantea* Br. plus ou moins nombreux qui en paraissent inséparables. Avec les *Odontopteris Reichiana* Gut. il y a aussi communément de petites graines ailées, striées. Les dernières graines découvertes, tronquées à la base, ont une enveloppe filandreuse qui ne laisse pas de les faire un peu ressembler superficiellement aux débris de *Nevropteris* auxquels elles sont associées.

» De tout cela, évidemment, il ne résulte pas que les Névroptéridées soient des Cycadinées primitives, mais cette solution est d'autant plus probable que les stipes de ces fougères ressemblent d'une manière frappante aux *Colpoxylon, Medullosa*.

» Pour lever tous les doutes, il reste à trouver les organes mâles et, comme preuve décisive, à découvrir des échantillons réunissant, attachées les unes aux autres ou par des intermédiaires, des feuilles et des graines que l'analogie se refuse de rapporter aux mêmes plantes. »

CHIMIE BIOLOGIQUE. — *Sur la formation d'acide glycuronique dans le sang.* Note de MM. R. **Lépine** et **Boulud**.

« Nous avons antérieurement montré que le foie renferme de l'acide glycuronique. C'est à la présence de conjugaisons de cet acide que nous

attribuons le pouvoir lévogyre de certains extraits de sang pur des veines sus-hépatiques. En voici des exemples :

» N° 1. Chien sacrifié pendant le cours d'une asphyxie par le gaz d'éclairage :

Sang des v. s. h. : P. — 0°,7..... Réd. (en glucose) 1g,8

» N° 2. Chien phloridziné :

Sang des v. s. h. : P. — 0°,2............... Réd. 0g,86

» N° 3. Chien dont le pancréas, exopexié, avait été artificiellement chauffé (1) :

Sang des v. s. h. : P. — 0°,2............... Réd. 3g,65

» Alors même qu'un extrait de sang dévie à droite, si le chiffre du glucose indiqué par le polarimètre est notablement inférieur à celui qu'accuse la réduction, il faut soupçonner l'existence d'une conjugaison d'acide glycuronique : chez un chien (n° 4), dépancréaté la veille, on avait :

Sang des v. s. h. : P. + 1°,4................. Réd. 3g,9

» Dans ce cas, le chiffre du polarimètre correspond à peine à 2g,9 de glucose; la réduction en indique 1g de plus. L'hypothèse qu'une conjugaison d'acide glycuronique compensait, en partie, le pouvoir dextrogyre du glucose a été confirmée par la réaction de Neuberg et par l'élévation du chiffre du polarimètre après le chauffage de l'extrait avec HCl, qui a donné :

Même extrait (après chauff.) : P. + 1°,6.... Réd. 4g,02

» On remarquera que dans cet extrait le pouvoir réducteur a augmenté (de 0,12). C'est qu'il y existait, comme c'est le cas ordinaire, une conjugaison d'acide glycuronique assez solide pour ne pas réduire la liqueur de Fehling avant ce chauffage en présence d'un acide.

» L'augmentation de la réduction après ce chauffage est parfois beaucoup plus considérable : ainsi, chez un chien dépancréaté, également depuis la veille (n° 5), nous avons noté :

Sang des v. s. h. : P. + 1°.................	Réd. 2g,94
Même extrait (après chauff.)...............	3g,56

» Chez un chien assommé (n° 6) :

Sang des v. s. h. : P. + 0°,6................	Réd. 2g,8
Même extrait (après chauff.)..............	3g,4

(1) Voir Lépine, *Sur l'exaltation des propriétés des organes au moyen de leur chauffage artificiel* (*Comptes rendus de la Société de Biologie*, 20 mai 1899, p. 399).

» Chez un chien (nº 7) mort de syncope pendant le cours d'une anesthésie chloroformique :

Sang des v. s. h. : P. + 0°,8	Réd. 3g,20
Même extrait (après chauff.)	3g,50

» Chez le chien nº 4, le sang carotidien recueilli immédiatement avant le sang des veines sus-hépatiques donnait :

Sang carotid. : P. 1°,1	Réd. 2g,78
Même extrait (après chauff.)	2g,84

» Ainsi la proportion de l'acide glycuronique y était plus faible que dans le sang des veines sus-hépatiques. Notre cahier d'expériences renferme un bon nombre de dosages témoignant dans le même sens; mais on ne peut en conclure que le foie soit la source principale de l'acide glycuronique, car nous en possédons un plus grand nombre montrant que le sang d'une veine de la circulation générale est plus riche en acide glycuronique que le sang artériel. Voici quelques chiffres, au hasard, recueillis chez des chiens bien portants. Les prises de sang dans la carotide et dans la jugulaire ont été rigoureusement synchrones :

Chien nº 8. Sang carotid. : P. + 0°,3	Réd. 0g,74
Même extrait (après chauff.)	0,88
Sang de la jugulaire : P. 0°	0,62
Même extrait (après chauff.)	0,80

» Ainsi, dans la jugulaire de ce chien, il y a 0g,18 d'acide glycuronique non réducteur avant le chauffage, tandis que la carotide n'en renferme que 0g,14. Le polarimètre montre d'autre part qu'il y a, relativement au glucose, davantage d'acide glycuronique réducteur avant le chauffage.

Chien nº 9. Sang carot. : P. + 0°,4	Réd. 0g,80
Même extrait (après chauff.)	0,84
Sang de la jugulaire : P. + 0°,2	0,54
Même extrait (après chauff.)	0,80

» Ici la différence est plus grande que dans le cas précédent; le sang artériel renferme seulement 0g,04 d'acide glycuronique réducteur avant le chauffage. Le sang veineux en renferme 0g,26.

» *In vitro*, à diverses températures, même à la glacière, il peut se former de l'acide glycuronique réducteur soit avant, soit après le chauffage :

Chien nº 10. Sang carot. : P. 0°	Réd. 0g,87
Même extrait (après chauff.)	1,26
Même sang, après 1 heure, à 39° : P. — 0°,1 ..	1,16

» Ce chien ayant été intoxiqué, son sang n'était pas normal; aussi la glycolyse après 1 heure à 39° y est-elle très faible ($0^g,10$). L'acide glycuronique réducteur avant chauffage y a notablement augmenté.

Chien n° 11. SANG CAROT. : P. + 0°,5	Réd.	$1^g,72$
Même extrait (après chauff.)		1,75
MÊME SANG, après 1 heure, à 39° : P. + 0°,3 ...		1,59
Même extrait (après chauff.)		1,70

» Ce chien avait été dépancréaté; ce qui explique la très faible glycolyse ($0^g,05$) pendant 1 heure à 39°. C'est l'acide glycuronique, réducteur après le chauffage, qui a augmenté.

» Voici un cas presque normal (chien simplement saigné la veille);

Chien n° 12. SANG CAROT. : P. + 0°,2	Réd.	$0^g,82$
Même extrait (après chauff.)		0,84
MÊME SANG, après 1 heure, à 39° : P. 0°		0,46
Même extrait (après chauff.)		0,70

» Dans le cas suivant, le chien avait été intoxiqué :

Chien n° 13. SANG CAROT. : P. 0°	Réd.	$0^g,30$
Même extrait (après chauff.)		$0^g,96$
MÊME SANG, après 1 heure, à 39° : P. 0°		traces
Même extrait (après chauff.)		$0^g,42$

» La réduction était nulle dans le sang laissé 1 heure à 39° (avant le chauffage) et cependant il renfermait de l'acide glycuronique fortement conjugué, ainsi que le prouve le chauffage. Nous possédons plusieurs cas semblables. Le cas suivant montre toutefois qu'il y a des conjugaisons non réductrices avant le chauffage qui dévient à gauche :

Chien n° 14. SANG CAROTID. : P. + 0°,2	Réd.	$0^g,44$
Même extrait (après chauffage)		$0^g,46$
MÊME SANG, après 1 heure à 39° : P. — 0°,2 ..		traces
Même extrait (après chauffage)		$0^g,20$

» Ce chien, 5^h avant la saignée, avait reçu, sous la peau, en solution alcoolique $0^g,5$ de phloridzine par kilogramme de son poids.

» Voici maintenant des exemples de formation d'acide glycuronique à 58° :

Chien n° 15. SANG CAROTID. : P. + 0°,2	Réd.	$0^g,66$
Même extrait (après chauffage)		0,70
MÊME SANG, additionné d'eau fluorée et laissé 1 heure à 58° : P. + 0°,2		0,78

Même extrait (après chauffage)...........		g 0,80
Même sang, *non fluoré*, reçu et laissé 1 heure dans de l'eau à 58° stérilisée : P. + 0°,2...		0,68
Même extrait (après chauffage)...........		0,82

» Ainsi, dans ce sang, additionné d'eau, fluorée ou non, les matières sucrées ont augmenté (de 0g,10 et 0g,12) aux dépens du sucre *virtuel* (1); mais, avec l'eau fluorée il s'est formé de l'acide glycuronique réducteur *avant* chauffage; et, avec l'eau stérilisée, de l'acide glycuronique réducteur *après* chauffage :

Chien n° 16. Sang carotid. : P. 0°..........	Réd.	g 0,54
Même extrait (après chauffage)...........		0,56
Même sang fluoré, sans eau, laissé 1 heure à 58° : P. — 0°,1..............................		0,41
Même extrait (après chauffage)...........		0,56

» Ce chien étant épuisé par une très forte saignée faite le matin, son sang ne renfermait pas de sucre virtuel. Il s'y est formé, pendant 1 heure à 58°, de l'acide glycuronique réducteur avant chauffage, ainsi que le montre l'abaissement des chiffres de la réduction et du polarimètre.

» On prend aussitôt le sang pur de son foie :

Sang des v. s. h. : P. 0°......................	Réd.	g 0,48
Même extrait (après chauff.)...................		0,68
Même sang fluoré et laissé 1 heure à 58° : P. 0°.....		0,52
Même extrait (après chauff.)...................		0,68

» Ainsi, dans le sang du foie, il ne s'est pas formé d'acide glycuronique.

» Enfin, voici un cas où de l'acide glycuronique s'est formé à la glacière. Le chien avait été dépancréaté :

Chien n° 17, sang carotid. : P. + 0°,4..........	Réd.	g 2,38
Même extrait (après chauffage)..................		2,39
Même sang, après 7 heures à la glacière : P. + 0°,3.		2,4
Même extrait (après chauffage)..................		2,5

» Dans la plupart des cas précédents, nous n'avons pu donner le chiffre du polarimètre, après le chauffage, parce que ce dernier a été fait avec l'acide tartrique, dont nous avons recommandé l'emploi dans une Note antérieure. »

(1) Voir *Sur le sucre virtuel*, Lépine et Boulud, *Comptes rendus*, 21 septembre et 2 novembre 1903.

NOMINATIONS.

L'Académie procède, par la voie du scrutin, à la nomination d'un Associé étranger, en remplacement de Sir *George-Gabriel Stokes*.

Au premier tour de scrutin, le nombre des votants étant 49,

M. Agassiz obtient la majorité absolue des suffrages.

M. **Agassiz** est proclamé élu. Sa nomination sera soumise à l'approbation du Président de la République.

L'Académie procède, par la voie du scrutin, à la nomination d'un Correspondant, dans la Section de Botanique, en remplacement de M. *Agardh*.

Au premier tour de scrutin, le nombre des votants étant 40,

M. Warming obtient l'unanimité des suffrages.

M. **Warming** est élu Correspondant de l'Académie.

CORRESPONDANCE.

M. **Bouquet de la Grye** présente à l'Académie une publication « Sur les ballons-sondes », et s'exprime en ces termes :

« J'ai l'honneur de déposer sur le bureau de l'Académie une intéressante publication faite par les soins de la Commission internationale des ballons-sondes, dont l'organisation a eu lieu en 1900 à la suite d'une réunion d'un Congrès météorologique présidé par M. Mascart.

» Les fascicules de cette publication comprennent l'année 1901 et les cinq premiers mois de 1903. L'année 1902 est sous presse.

» Ce recueil, imprimé en langue allemande à Strasbourg (avec une traduction partielle en français), sous la direction de M. Hergesell, contient le détail de toutes les observations faites en France et à l'étranger, soit au moyen de ballons-sondes, de ballons montés ou de cerfs-volants.

» En France nous n'avons comme station pour ces lancers que celle de Trappes, organisée par M. Teisserenc de Bort.

» Au point de vue météorologique, ce recueil est très intéressant, car il présente de nombreuses séries de données modifiant les hypothèses émises sur les températures des hautes plaines de l'air.

» Nous espérons en avoir prochainement une analyse étendue faite par les soins de M. de Fonvielle. »

PHYSIQUE. — *Cohésion diélectrique de l'argon et de ses mélanges.* Note de M. E. **Bouty**, présentée par M. Moissan.

« Grâce à l'extrême obligeance de M. Moissan [1], qui a bien voulu mettre à ma disposition plus d'un litre d'argon, j'ai pu étudier les curieuses propriétés de ce gaz, par rapport à l'effluve électrique.

» 1. Ce qui caractérise l'argon, c'est d'abord la petitesse de sa cohésion diélectrique, très inférieure même à celle de l'hydrogène. C'est ensuite l'accroissement remarquable de cette cohésion produite par de simples traces de gaz étrangers. Cet accroissement, beaucoup plus considérable que ne l'indiquerait la loi des mélanges, fournit un contrôle de la pureté de l'argon d'une sensibilité comparable à celle de l'analyse spectrale.

» 2. L'échantillon d'argon le plus pur [2] que j'ai eu entre les mains donnait pour les champs critiques y, à des pressions comprises entre 16^{cm} à 32^{cm} de mercure, des valeurs représentées par la formule linéaire

$$y = 662 + 30p, \qquad (1)$$

en volts par centimètre. La cohésion diélectrique, mesurée par le nombre 30, est 6,8 fois plus faible que celle de l'hydrogène et 14 fois plus faible que celle de l'air.

» Pour des pressions supérieures à quelques millimètres et inférieures à 16^{cm}, la formule (1) doit être remplacée par

$$y = 30\sqrt{p(p+35)}. \qquad (2)$$

» Il semble donc y avoir discontinuité au voisinage de 16^{cm}. C'est justement à partir de cette pression que j'ai vu apparaître dans le spectre de l'argon la première trace des raies rouges moins réfrangibles que celle de l'hydrogène, raies qu'on n'aperçoit pas dans le spectre de l'argon à haute

(1) Je tiens aussi à remercier M. Rigaut pour sa grande complaisance.

(2) Il présentait encore faiblement les raies de l'hydrogène.

pression, et qui acquièrent leur maximum d'éclat vers la pression de 3^{mm}.

» 3. Aux pressions élevées, la lueur d'effluve, dans l'argon à peu près pur, est très vive et d'un beau blanc bleuté. Vient-on à ajouter quelques millièmes d'acide carbonique, par exemple, la lueur, beaucoup plus pâle, prend un aspect sale, verdâtre et la cohésion diélectrique s'élève beaucoup. Dans un tube de Plucker, l'effet de l'impureté se manifeste par une forte réduction d'éclat de toute la partie la plus réfrangible du spectre. Les belles raies bleues et violettes de l'argon s'affaiblissent et tendent à disparaître. En même temps les bandes de l'acide carbonique apparaissent comme un voile plus ou moins diaphane tendu sur le spectre de l'argon. Plus la variation de la cohésion diélectrique est grande, plus est profonde la modification du spectre. Il y a donc un lien intime entre celle-ci et celle-là.

» 4. Pour l'argon comme pour les autres gaz que j'ai étudiés, la cohésion diélectrique à volume constant est rigoureusement indépendante de la température. Les premiers échantillons que j'ai eus entre les mains contenaient accidentellement un peu d'ammoniaque. De + 200° à — 20°, leur cohésion diélectrique à volume constant était invariable; mais j'observai, avec une surprise extrême, qu'elle diminuait linéairement entre — 20° et — 50°, pour se fixer, à partir de là, à une valeur à peu près moitié moindre, et cela sans que la densité du gaz eût varié, dans cet intervalle, d'une façon appréciable. Je constatai d'ailleurs presque aussitôt qu'il suffisait de refroidir l'argon dans un bain d'air liquide, ou de le faire barboter dans de l'acide sulfurique, pour lui communiquer, à la température ordinaire, la faible cohésion diélectrique qu'il n'avait auparavant qu'au-dessous de — 50°. De son côté, M. Moissan reconnut que le gaz, refroidi dans l'air liquide, laissait condenser une trace de liquide alcalin trop petite pour permettre une analyse quantitative.

» 5. Tous les gaz que j'ai mêlés à l'argon produisent des effets analogues. L'accroissement de la cohésion diélectrique, d'abord très rapide quel que soit le gaz ajouté, varie ensuite suivant une loi particulière à chaque gaz. Un mélange d'hydrogène et d'argon à volumes égaux se comporte presque comme de l'hydrogène pur.

» Je dois rappeler que MM. Ramsay et Collie avaient déjà signalé ce fait curieux que des traces d'hydrogène suffisent pour que les raies caractéristiques de ce gaz apparaissent dans le spectre de l'argon, tandis que les raies de l'argon ne se montrent dans le spectre de l'hydrogène qu'avec une extrême difficulté.

» La très faible résistance que l'argon, gaz monoatomique, oppose à la

production de l'effluve quand il est pur, et l'accroissement rapide de cette résistance produit par des traces d'impuretés sont des faits nouveaux dont la théorie des ions devra tenir compte. Il serait sans doute prématuré d'essayer d'en fournir l'explication complète (¹), avant d'avoir étudié, sous le même rapport, d'autres gaz monoatomiques. Je me propose d'opérer notamment avec le mercure. »

ÉLECTRICITÉ. — *Loi générale de la magnétofriction*. Note de M. **H. Pellat**, présentée par M. Lippmann.

« Dans plusieurs Communications antérieures j'ai eu l'honneur d'entretenir l'Académie des phénomènes auxquels j'ai donné le nom de *magnétofriction*. L'étude de ceux-ci m'avait montré que le flux cathodique des tubes de Crookes, la gaine cathodique des tubes de Geissler ainsi que la colonne anodique de ces mêmes tubes obéissent à des lois semblables. D'après ma dernière Communication (22 février 1904), cette similitude devient toute naturelle, puisque j'ai montré que la colonne anodique, elle aussi, est due au mouvement des corpuscules, comme on le savait déjà pour la gaine et le flux cathodique. Ainsi la magnétofriction apparaît comme une des propriétés fondamentales des corpuscules en mouvement, et l'on peut résumer les faits par la loi générale suivante :

» *Dans un champ magnétique intense les corpuscules en mouvement* (rayons cathodiques) *subisssent une action analogue à un frottement anisotrope, considérable dans le sens perpendiculaire aux lignes de force, et nul ou presque nul dans le sens de ces lignes*.

» Les différences qui se produisent pour l'intensité du champ magnétique donnant une même apparence à la colonne anodique, selon la nature ou la pression du gaz, peuvent s'expliquer par les obstacles que celui-ci fait éprouver au mouvement des corpuscules et les variations de vitesse qui en résultent. »

(¹) On peut supposer que le principal obstacle à l'ionisation d'un gaz réside non dans l'atome, mais dans le lien moléculaire qui réunit les atomes entre eux. On expliquerait ainsi tout au moins la faiblesse de la cohésion diélectrique des gaz monoatomiques comparés aux autres gaz purs. Le cas des mélanges semble exiger une discussion plus approfondie.

OPTIQUE. — *Vérifications expérimentales des lois de la propagation anomale de la lumière le long de l'axe d'un instrument d'optique.* Note de M. G. Sagnac, présentée par M. Lippmann.

« I. J'ai indiqué brièvement (*Comptes rendus* du 22 février) la nature et les conséquences d'une théorie nouvelle de la propagation anomale des ondes lumineuses le long de l'axe d'un instrument à ouverture circulaire. D'après cette théorie, si l'on diminue les irrégularités des ondes incidentes en diminuant le diamètre apparent de la source lumineuse, si l'on diminue les effets de ces irrégularités et de celles de l'instrument en diminuant l'ouverture angulaire de l'instrument, on doit pouvoir constater que la vitesse de propagation des ondes lumineuses éprouve le long de l'axe une série d'oscillations dont j'ai défini les lois.

» J'ai appliqué avec succès aux lentilles ce principe général. J'ai, pour cela, utilisé le dispositif interférentiel particulièrement précieux qui a permis à M. P. Zeeman de constater, après M. Gouy et après M. Ch. Fabry, le changement de signe anomal des vibrations lumineuses découvert en 1890 par M. Gouy (*cf.* ma Note précédente).

» II. Dans l'expérience de M. P. Zeeman, un petit trou S fortement éclairé est placé à une assez grande distance ($2^m,5$) d'une lentille L de spath d'Islande taillée parallèlement à l'axe du cristal et disposée entre deux nicols croisés ou parallèles, sa section principale à 45° de celles des nicols. Cette lentille biréfringente donne deux foyers conjugués de S, l'un ordinaire O (à $0^m,38$ de la lentille), l'autre extraordinaire E (à $0^m,53$ de la lentille). J'ai fait construire par M. Werlein une lentille moins convergente; pour une distance SL égale à 5^m, les distances conjuguées LO et LE sont respectivement 2^m et 3^m. La lentille de M. P. Zeeman a 28^{mm} de diamètre. Quand je limite la mienne par un diaphragme circulaire de ce diamètre, j'observe seulement les phénomènes déjà connus : sur l'axe il se produit un centre d'anneaux de polarisation chromatique non localisés; si le centre des anneaux est, par exemple, noir à la sortie du nicol analyseur, il demeure noir derrière la lentille jusqu'un peu avant le foyer O; là les anneaux se troublent et ne redeviennent observables qu'un peu au delà de O; le centre est alors brillant et reste de nouveau invariable jusqu'un peu avant le foyer E où les anneaux disparaissent encore pour reparaître un

peu au delà avec un centre de nouveau renversé, désormais noir à toute distance.

» Le passage par chaque foyer renverse donc le signe d'une des deux vibrations interférentes, celle qui forme le foyer (phénomène de M. Gouy). Mais cette belle expérience de M. P. Zeeman, montrant les anneaux seulement dans les régions où leur centre demeure invariablement noir ou brillant, n'a pu faire connaître comment s'effectue le renversement du centre d'interférence.

» III. Avec ma lentille moins convergente, placée à 5^m d'un très petit trou lumineux, en réduisant, par un diaphragme de contour bien circulaire et bien centré, le diamètre utile de la lentille au-dessous de 15^{mm} environ, j'observe, à l'aide d'une loupe grossissant 8 fois, un centre d'anneaux d'interférence net tout le long de l'axe sans aucune interruption, même aux deux foyers.

» Dans chaque visée, en tournant le nicol analyseur d'un angle convenable, je puis toujours ramener les amplitudes des vibrations ordinaire et extraordinaire à être sensiblement égales, de manière que, si leurs phases sont opposées, elles devront interférer complètement en donnant un centre noir.

» En opérant ainsi, je constate que le renversement du centre d'interférence, qui devrait se produire presque brusquement à chaque foyer, d'après les théories de V.-A. Julius et de van der Waals, ne s'y produit nullement.

» Par contre, l'intensité de la lumière au centre des anneaux éprouve, comme je l'avais prévu par le calcul, une série d'oscillations, déjà très nettes à la lumière d'un arc électrique transmise par un verre rouge. Ainsi, quand le diamètre du diaphragme est de 8^{mm}, l'intervalle OE, de 1^m, qui sépare les deux foyers, renferme quatre points au passage desquels le centre des anneaux, noir, par exemple, à la sortie de l'analyseur, se change presque brusquement de noir en brillant ou inversement. Ces points de renversement du centre se succèdent sur des mètres de longueur et aussi loin qu'on peut voir si le diaphragme et le trou éclairant sont assez étroits; ils coïncident avec les points calculés d'avance et, d'ailleurs, directement observables où soit le faisceau ordinaire éclairant seul, soit le faisceau extraordinaire, produisent un centre noir d'anneaux de diffraction.

» Quand le diamètre apparent du petit trou éclairant augmente ou quand le diamètre du diaphragme augmente, les renversements du centre

d'interférence deviennent incomplets et moins rapides, des variations plus lentes du centre apparaissent dans les intervalles des points de renversement; ensuite toutes les oscillations de l'intensité lumineuse au centre d'interférence s'effacent graduellement, tout en se localisant près des foyers. Les anneaux disparaissent enfin au voisinage des foyers et de nouveau apparaît le phénomène observé par M. P. Zeemann qui ne permet pas d'observer de variations graduelles du centre d'interférence, ni par conséquent de variations de la vitesse de propagation des ondes.

» La propagation à vitesse constante seule observée dans ces conditions limites et regardée jusqu'ici comme le phénomène *régulier* est, conformément à ma théorie, le résultat limite d'une compensation mutuelle des effets complexes dus aux *irrégularités* du système optique et particulièrement à l'influence de l'étendue de la source lumineuse.

» Les oscillations de la vitesse de propagation, que ces irrégularités avaient jusqu'ici cachées aux divers observateurs et que les théories admises ne faisaient point prévoir, constituent, au contraire, le cas le plus général de la propagation des ondes lumineuses le long de l'axe d'un instrument d'optique. »

CHIMIE PHYSIQUE. — *Démonstration élémentaire de la règle des phases.* Note de M. C. Raveau, présentée par M. Mascart.

« 1. Pour démontrer la règle des phases, il n'est pas nécessaire de faire appel aux principes de la Thermodynamique; il suffit d'invoquer les caractères expérimentaux de l'équilibre réversible des systèmes hétérogènes. Cet équilibre, défini par la *phase* des différentes parties homogènes, est déterminé par la constitution chimique globale du système, la température et la pression. Tout équilibre qui ne présenterait pas ces caractères ne saurait être qualifié de réversible (¹).

» On conclut de là que, si la composition globale d'un système A est la

(¹) Le mot *équilibre*, employé faute d'un meilleur, n'implique ici aucune idée de compensation mutuelle entre des actions qui se contrebalancent. Sa signification n'est pas analogue à celle du même terme en Statique, mais à celle du mot *immobilité* en Cinématique. Un système en équilibre est celui dans lequel la phase des différentes parties homogènes est invariable, le mot *phase* englobant, suivant l'expression de Gibbs, toutes les propriétés, à l'exception de la forme et de la grandeur.

même que celle d'un système qu'on formerait en faisant varier uniquement la masse des phases d'un système B en équilibre, l'état d'équilibre considéré de B est commun à A et à B. Ce point admis, le raisonnement devient purement algébrique.

» 2. Pour obtenir des équilibres différant un peu d'un état pris par un système donné, il faut, si on laisse la température et la pression constantes, faire varier les quantités des c constituants indépendants. Cette opération est inefficace quand les quantités ajoutées ou soustraites sont les mêmes que si l'on avait fait varier uniquement la masse des phases du système, c'est-à-dire si elles peuvent être mises sous la forme

$$dM_n = m_n^\alpha\, d\lambda_\alpha + m_n^\beta\, d\lambda_\beta + \ldots + m_n^\varphi\, d\lambda_\varphi,$$

m_n^α représentant la masse du $n^{\text{ième}}$ constituant qui se trouve dans la phase α du système initial. Si c est inférieur ou égal à φ, on peut toujours considérer les dM comme des fonctions linéaires et homogènes de c différentielles indépendantes, fonctions que l'on formera en complétant d'une façon quelconque les expressions précédentes. Les $c - \varphi$ nouveaux paramètres que l'on introduira ainsi sont les seuls dont la présence influe sur l'état d'équilibre. Les variations qu'ils déterminent sont indépendantes; l'état d'équilibre dépend donc au total de $c + 2 - \varphi$ paramètres.

» En se plaçant à ce point de vue, la raison pour laquelle, par exemple, l'équilibre réversible d'un système dans lequel il y a autant de phases que de constituants est déterminé uniquement par la température et la pression, c'est que des masses quelconques des constituants peuvent, en général, se répartir en des phases données.

» 3. La démonstration est en défaut quand les expressions linéaires du paragraphe précédent peuvent s'annuler simultanément. On peut alors faire varier la masse des phases dans un même système sans modifier l'équilibre. La pression ne varie pas si la température est constante.

» C'est ce qui se produit toujours lorsque $\varphi = c + 1$; on a alors une relation entre la température et la pression. Si $\varphi = c + 2$, on peut former deux systèmes comprenant c phases communes et en outre, respectivement, la $(c+1)^{\text{ième}}$ et la $(c+2)^{\text{ième}}$; à chacun de ces systèmes correspond une relation entre la température et la pression, qui se trouvent ainsi déterminées lorsque les $c + 2$ phases existent simultanément.

» 4. On a prouvé que la règle des phases est vraie pour les systèmes, s'il en existe, dont l'équilibre présente les caractères invoqués; on n'a rien supposé quant aux conditions nécessaires ou suffisantes de l'équilibre.

C'est de la même façon que, quand on étudie les propriétés des corps homogènes, au début de la Thermodynamique, on établit des formules applicables aux corps, s'il en existe, dont l'état est entièrement défini par deux variables.

» La Thermodynamique énumère les fonctions qu'il faudrait connaître pour déterminer, par le calcul, un état d'équilibre, supposé réversible. La série des raisonnements et des hypothèses nécessaire pour atteindre ce but est sans utilité, si l'on a simplement pour objet de démontrer la règle des phases. »

ÉLECTRICITÉ. — *Différents régimes de l'étincelle fractionnée par soufflage.* Note de MM. J. LEMOINE et L. CHAPEAU, présentée par M. J. Violle.

« L'étude des étincelles ou de l'arc jaillissant entre électrodes métalliques est actuellement poursuivie par de nombreux savants en vue d'applications industrielles ([1]) ou thérapeutiques ([2]). L'intérêt de cette question nous engage à publier quelques observations qui peuvent fournir une contribution à son étude.

» Pour produire des étincelles, le circuit secondaire d'un transformateur à haut voltage a pour pôles deux sphères en laiton, de diamètres compris entre 1^{cm} et 3^{cm}, écartées à une distance voisine de $0^{cm},5$. Une capacité est placée en dérivation sur l'étincelle qu'un courant d'air achève de fractionner.

» Quand l'appareil fonctionne pendant plusieurs heures, la décharge change de caractère par suite de l'altération des électrodes. Il se produit principalement *deux régimes* nettement distincts, caractérisés surtout par le nombre des étincelles par alternance et la valeur du potentiel explosif.

» *Premier régime.* — Les boules ayant été soigneusement polies, on met l'appareil en marche. Après une mise en train qui dure quelques minutes, les étincelles paraissent former un faisceau cylindrique très lumineux de 4^{mm} à 5^{mm} de diamètre (*fig.* 1). Il se produit un crépitement caractéristique. Les boules s'oxydent et se couvrent de piqûres innombrables dans une étendue de quelques millimètres carrés, sur laquelle se déplacent les points d'attaches des étincelles.

» La photographie au miroir tournant donne des paquets (*fig.* 2), qui correspondent

([1]) DE KOWALSKY, *Bull. de la Soc. int. des Électriciens*, 2e série, t. III, p. 314.
([2]) D'ARSONVAL, *Comptes rendus*, t. CXXXVIII, 1904, p. 323.

Fig. 1.

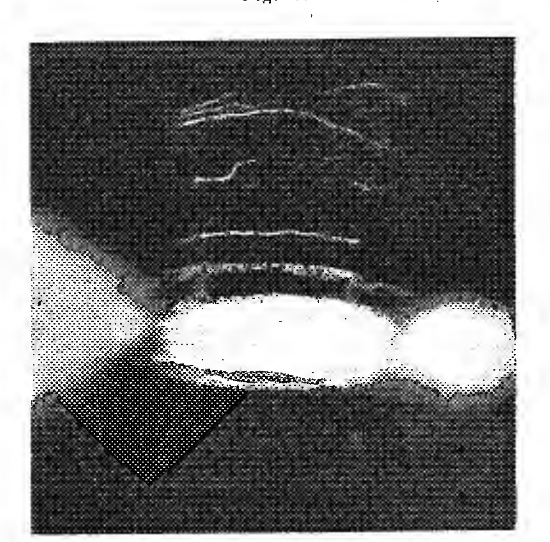


Fig. 3.

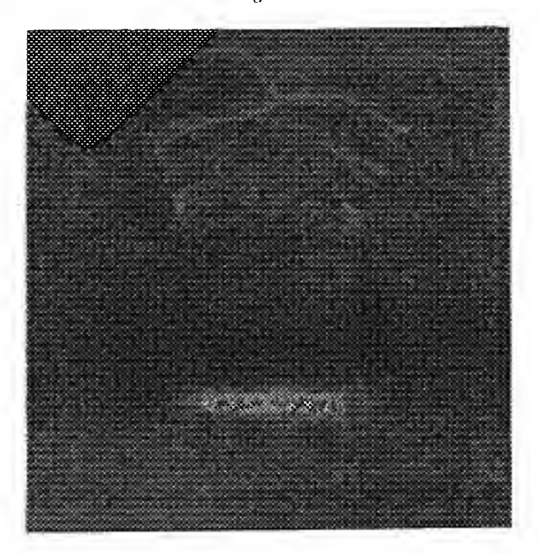


Fig. 2.

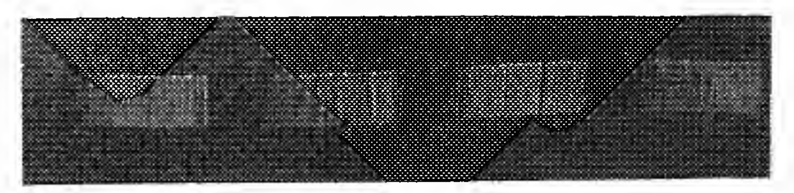


Fig. 4.

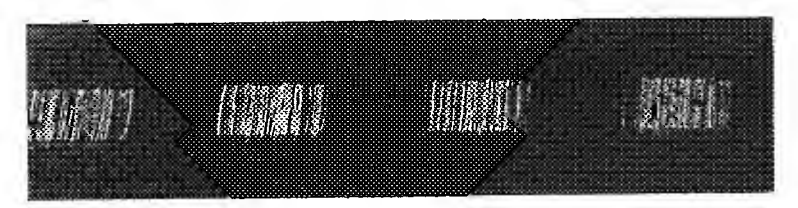
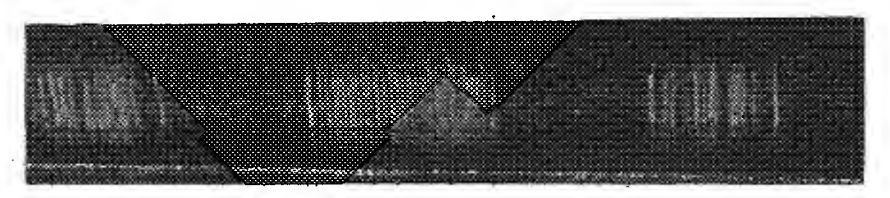


Fig. 5.



aux alternances successives du courant. Les étincelles sont distribuées irrégulièrement dans un même paquet et chacune d'elles suit un chemin sinueux. Le nombre des étincelles de chaque paquet est à peu près invariable. On en compte 36 sur la figure. L'irrégularité de la distribution des étincelles tient à la variabilité du point d'attache. Si, en effet, on photographie une fente immobile éclairée par ces étincelles, on constate que les images de la fente deviennent équidistantes.

» La différence de potentiel efficace entre les électrodes, mesurée à l'électromètre plan, a une valeur fixe, 10000^{volts} par exemple.

» *Second régime.* — Après quelques heures de marche à ce premier régime, le phénomène change d'une manière assez brusque. Le bruit devient un sifflement très différent du crépitement du premier régime. L'étincelle est un trait lumineux blanc rectiligne (*fig.* 3).

» Le miroir tournant donne des paquets dans lesquels le nombre des étincelles est beaucoup plus grand que dans le premier régime (*fig.* 4), parfois le double. Les étincelles sont presque rectilignes et distribuées régulièrement dans chaque paquet.

» Le potentiel efficace est plus faible que dans le premier régime. Il tombe, par exemple, de 10000^{volts} à 7000^{volts}.

» Il est facile de trouver la cause du phénomène. Si l'on examine les boules, on constate que, sur chacune d'elles, l'une des piqûres s'est accentuée pour devenir un trou profond ($\frac{1}{10}$ de millimètre) recouvert d'un monticule conique d'oxyde servant seul de point de départ à l'étincelle. Si l'on polit légèrement les boules ou si l'on fait simplement tomber l'oxyde, le premier régime se rétablit. Le second régime ne persiste pas toujours indéfiniment ; le petit monticule d'oxyde peut se détacher seul et il y a encore retour au premier régime.

» *Influence de la nature du métal.* — Après le laiton, nous avons essayé le cuivre rouge, le zinc, le fer, l'aluminium. Les deux régimes ne se produisent pas avec la même facilité pour ces différents métaux, probablement parce que l'oxydation ne se fait pas de la même façon.

» Le résultat le plus intéressant est obtenu avec l'aluminium : il donne immédiatement et indéfiniment le second régime.

» En associant une électrode en aluminium avec une électrode polie en cuivre, on obtient les deux régimes mélangés : les alternances d'une même parité donnent le premier régime; l'autre parité fournit le second régime (*fig.* 5).

» *Conclusions.* — L'oxydation spontanée du laiton provoque des étincelles plus nombreuses et correspondant à un potentiel explosif plus faible qu'avec des boules polies. L'aluminium ne peut fonctionner que comme le laiton oxydé. »

PHYSIQUE. — *Action de certains phénomènes chimiques et osmotiques sur la phosphorescence.* Note de M. **M. Lambert**, présentée par M. d'Arsonval.

« Dans la séance du 22 février, M. Jégou a signalé l'action activante, sur la phosphorescence, d'une pile Leclanché préalablement fermée pendant quelques instants, puis ouverte. Il croit pouvoir expliquer ce phénomène par une accumulation de rayons N, transmis le long du fil fermant le circuit extérieur, en admettant que l'émission de ces rayons accompagne l'action d'un champ magnétique non uniforme découverte par M. Gutton.

» Pour interpréter l'augmentation de la luminosité d'un écran phosphorescent déterminée par une pile il faut tenir compte de la réalisation d'autres circonstances.

» On doit tout d'abord tenir compte des transformations chimiques qui s'accomplissent dans la pile. J'ai donné des exemples de réactions de ce genre qui sont une cause de production de rayons N. La nécessité pour l'émission de ces radiations de la fermeture d'une pile ne fonctionnant pas en circuit ouvert réside dans la production des réactions chimiques qui se développent consécutivement à la fermeture, et qui continuent après l'ouverture grâce à l'intervention de la dépolarisation. On conçoit donc qu'une pile ne s'usant pas en circuit ouvert n'ait pas d'action sur l'écran phosphorescent, que cette action se manifeste pour des causes multiples seulement après la fermeture et qu'elle persiste un certain temps après l'ouverture ainsi que cela se produit avec la pile Leclanché.

» Il suffit de prendre une pile où l'action chimique se produit à circuit ouvert et où les phénomènes de polarisation sont accentués, comme par exemple la pile au bichromate pour constater une action sur l'écran sans qu'il soit nécessaire de réunir extérieurement ses deux pôles.

» Il existe une autre cause agissant dans le même sens et qui peut se rencontrer dans certains types de piles où des liquides de composition différente sont séparés par une paroi poreuse. La production de phénomènes osmotiques s'accompagne en effet, dans certaines conditions, d'un renforcement de l'éclat d'un écran phosphorescent approché du vase où ils s'accomplissent. J'ai été amené à cette constatation après avoir reconnu l'émission de rayons N pendant l'action des ferments solubles en examinant un certain nombre de phénomènes physiques et chimiques simples très répandus chez les êtres vivants. En séparant par une membrane de parchemin deux solutions de tension osmotique différente de deux sub-

stances, ou même deux solutions de concentration inégale d'un même électrolyte on voit se manifester l'action sur l'écran.

» L'expérience est facile à réaliser avec un boudin de parchemin à dialyse rempli d'une solution de chlorure de sodium à 7 pour 1000. Lorsqu'on le plonge dans une solution plus concentrée du même sel, on voit l'écran s'illuminer. »

CHIMIE MINÉRALE. — *Sur l'europium*. Note de MM. **G. Urbain** et **H. Lacombe**, présentée par M. Moissan.

« En 1892 (*Comptes rendus*, t. CXIV, p. 575) M. Lecoq de Boisbaudran observa, avec certaines solutions samarifères, un spectre électrique particulier caractérisé par 3 raies de λ approchées 466,2, 462,7, 459,3. Il désigna l'élément correspondant par Z_ε. Il observa en outre avec plusieurs produits similaires une bande de fluorescence comprise entre les λ 622 et 611. Il désigna l'élément correspondant par Z_ξ. Depuis, Demarçay (*Comptes rendus*, t. CXX, p. 1019; t. CXXXII, p. 1484; t. CXXXIII, p. 1469) put isoler dans les terres du groupe une terre nouvelle qu'il désigna d'abord par Σ et qu'il nomma ultérieurement *europium*. L'europium possède les caractères spectraux de Z_ε et Z_ξ. Les solutions présentent en outre un faible spectre d'absorption dont Demarçay a déterminé les longueurs d'onde.

» L'europium existe en quantité très faible par rapport au samarium et au gadolinium entre lesquels il s'intercale dans la série des terres rares. Demarçay l'obtenait avec un minimum de 18 fractions intermédiaires. Nous avons pu en réduire le nombre à 3.

» Dans des recherches antérieures (*Comptes rendus*, t. CXXXVII, p. 792; t. CXXXVIII, p. 84) nous avons montré que l'on peut séparer rigoureusement le samarium de l'europium en mettant à profit l'isomorphisme et la solubilité intermédiaire du nitrate magnésien de bismuth avec les nitrates magnésiens de ces deux terres.

» La séparation de l'europium et du gadolinium ne présente pas cette rigueur. Mais comme les sels magnésiens de l'europium ont presque la même solubilité que ceux du bismuth, et que ceux du gadolinium sont notablement plus solubles, on peut séparer assez aisément l'europium du gadolinium dans les queues du fractionnement.

» Dans notre préparation, nous avons employé 610g d'oxydes représentant l'ensemble

des terres à europium provenant du traitement de 500kg environ de sables monazités. Ces oxydes renfermaient surtout du samarium et du gadolinium. Les nitrates magnésiens convenablement additionnés du sel de bismuth ont été échelonnés sur 30 fractions. La proportion de matière contenue dans chaque fraction était sensiblement constante. La solution chaude occupait environ 300^{cm^3} dans chacune d'elles et abandonnait, après cristallisation, 30^{cm^3} d'eau mère. Le fractionnement put être constamment suivi par l'examen du spectre d'absorption de l'europium. Il fut arrêté lorsque les fractions 13 et 14 ne présentèrent plus de spectre d'absorption, examinées sous une épaisseur de 10^{cm} et dans les conditions de concentration du fractionnement.

» Le nombre de tours de fractionnement fut de 160, ce qui représente un total d'environ 3000 cristallisations.

» Les fractions contenant de l'europium ont donné, après élimination du bismuth, les poids d'oxyde suivants :

Numéro d'ordre des fractions.	14.	15.	16.	17.	18.	19.	20.	21.	22.
Poids d'oxydes........	0,537	1,01	1,50	1,74	1,50	1,80	2,7	12,7	29

» Les six premières fractions ne révélaient pas à l'étincelle les lignes du gadolinium, et les fractions au delà de 22 ne donnaient plus les lignes électriques de l'europium.

» Il résulte de ces nombres que les sables monazités renferment approximativement deux cent-millièmes d'oxyde d'europium.

» Nous n'avons pu observer jusqu'ici aucune différence entre nos diverses fractions d'europium pur, et si cette substance est un mélange, ses composants ne sauraient du moins être séparés par le fractionnement des sels magnésiens.

» Le poids atomique demeure d'ailleurs constant :

» Après avoir été précipité par l'alcool, le sulfate bien neutre est cristallisé au bain-marie en solution aqueuse. Le sel ainsi obtenu répond à la formule $Eu^2(SO^4)^3, 8H^2O$.

» Il forme des cristaux nets ayant une teinte rosée à peine sensible. Ce sel, inaltérable à l'air, est d'abord déshydraté vers 375°. Le sulfate anhydre ainsi obtenu est ensuite calciné vers 1600°, ce qui le transforme intégralement en oxyde. L'oxyde ainsi préparé est franchement rose, tandis que l'oxyde préparé à basse température par la calcination des oxalates est blanc avec une imperceptible teinte rosée dans la masse.

» Ces mesures nous ont permis de calculer le poids atomique de l'europium :

» 1° Par la transformation du sulfate hydraté en sulfate anhydre ;

» 2° Par la transformation du sulfate anhydre en oxyde ;

» 3° Par la transformation du sulfate hydraté en oxyde.

» Ces mesures se contrôlent réciproquement et donnent des résultats sensiblement identiques. Toutefois la transformation du sulfate hydraté

en oxyde donne les meilleurs résultats; en effet, la pesée des termes extrêmes ne présente aucune inexactitude et, d'autre part, la différence des pesées extrêmes étant la plus grande dans ce cas, l'erreur relative est nécessairement plus petite.

» Le Tableau suivant résume nos résultats expérimentaux :

	Pesées.			Pourcentages.				Poids atomiques par transformation du		
Fraction.	$(SO^4)^3Eu^2.8H^2O$.	$(SO^4)^3Eu^2$.	Eu^2O^3.	H^2O pour 100.	SO^3 pour 100.	Eu^2O^3 pour 100.	Total pour 100.	$(SO^4)^3Eu^2.8H^2O$ en $(SO^4)^3Eu^2$.	$(SO^4)^3Eu^2$ en Eu^2O^3.	$(SO^4)^3Eu^2.8H^2O$ en Eu^2O^3.
15	1,7787	1,4303	0,8500	19,587	32,624	47,787	99,998	151,58	151,77	151,72
16	2,4785	1,9935	1,1848	19,568	32,628	47,803	99,999	151,94	151,80	151,83
17	2,4777	1,9449	1,1554	19,555	32,655	47,789	99,999	152,17	151,61	151,74
18	2,4831	1,9968	1,1870	19,584	32,612	47,803	99,999	151,639	151,89	151,83
19	2,2988	1,8488	1,0990	19,575	32,617	47,807	99,999	151,80	151,88	151,86
					Moyennes.............			151,826	151,790	151,796

» Nous concluons de ces mesures que le poids atomique de l'europium est égal à 151,79; et nous estimons que ce nombre diffère du nombre réel de moins de 0,06.

» La matière première de ces recherches a été mise obligeamment à notre disposition par MM. Chenal et Douilhet. Nous leur exprimons notre vive gratitude. »

CHIMIE MINÉRALE. — *Action de l'anhydride carbonique sur les métaux-ammoniums.* Note de M. **Étienne Rengade**, présentée par M. H. Moissan.

« On sait que les métaux alcalins donnent avec l'ammoniac des combinaisons capables de réagir avec énergie sur un grand nombre de corps simples ou composés. Je rappellerai les expériences de MM. Joannis ([1]), Hugot ([2]), Moissan ([3]). Je me suis proposé d'étudier l'action de l'anhydride carbonique. Ce gaz donnant directement avec l'ammoniac du carbamate d'ammonium, on pouvait penser que celui-ci serait décomposé par le sodium en solution ammoniacale pour donner du carbamate de sodium et

(1) Joannis, *Comptes rendus*, t. CXIII, p. 795; t. CXVI, p. 1370 et 1518; t. CXVIII, p. 713.

(2) Hugot, *Annales de Chimie et de Physique*, 7e série, t. XXI.

(3) H. Moissan, *Comptes rendus*, t. CXXVII, p. 911; t. CXXXII, p. 510; t. CXXXIII, p. 715 et 771.

un dégagement d'hydrogène, par une réaction analogue à celle du chlorure d'ammonium [1].

» L'expérience a montré que cette décomposition n'avait pas lieu, probablement à cause de l'insolubilité complète du carbamate d'ammonium dans l'ammoniac. En revanche, l'anhydride carbonique réagit facilement sur le sodium-ammonium pour donner du carbamate de sodium en même temps qu'il se dégage de l'hydrogène.

» L'appareil employé se composait d'un tube en U à robinets communiquant, d'une part, au moyen d'un robinet à trois voies, soit avec l'appareil à acide carbonique, soit avec le générateur à ammoniac; d'autre part, avec un manomètre et une trompe à mercure. L'ammoniac était séché sur de la soude fondue, puis sur des fils de sodium et liquéfié une première fois sur du sodium suivant le dispositif indiqué par M. Moissan. Le gaz carbonique, desséché sur de l'acide sulfurique et du chlorure de calcium, achevait de se dépouiller des dernières traces d'humidité sur des fils de sodium. Mais je m'étais assuré au préalable que cette dessiccation ne produisait pas de quantité sensible d'hydrogène, le gaz étant complètement absorbable par la potasse.

» Le tube en U était rempli d'anhydride carbonique, puis taré. On y introduisait un morceau de fil de sodium bien brillant, dont une nouvelle pesée du tube donnait le poids. Puis on faisait le vide et, l'appareil étant refroidi dans un mélange d'acétone et de neige carbonique, on y condensait de l'ammoniac jusqu'à ce que le métal alcalin fût complètement dissous.

» Dans ces conditions, l'introduction de l'anhydride carbonique produit un corps blanc qui est du carbamate d'ammonium; mais la solution ammoniacale n'est pas décolorée, même en prolongeant le contact.

» Faisant alors le vide dans l'appareil, on volatilise l'ammoniac, en même temps du reste que l'on entraîne l'hydrogène qui aurait pu être introduit avec lui. On s'arrête quand il ne reste plus dans le tube qu'une pâte à reflets mordorés, formée de sodium-ammonium avec un petit excès d'ammonium.

» L'anhydride carbonique est introduit de nouveau. Les premières portions produisent encore du carbamate d'ammonium. Mais bientôt, l'excès d'ammoniac s'étant combiné, le métal ammonium réagit à son tour et est rapidement décoloré. La réaction ne se produit qu'au-dessus de -60° environ. Si d'ailleurs on a soin de maintenir la température entre -60° et -50°, jusqu'à ce que l'absorption soit terminée, on constate que le tube est rempli d'une matière parfaitement blanche. En extrayant les gaz au moyen de la trompe et absorbant l'excès d'acide carbonique par la potasse, il reste un volume d'hydrogène correspondant exactement à l'équation

$$CO^2 + AzH^3Na = AzH^2CO^2Na + H.$$

» Ainsi avec $0^g,0635$ de sodium, j'ai recueilli 31^{cm^3} d'hydrogène (ramenés à 0° et à 76^{cm}). La théorie indiquait $30^{cm^3},7$.

---

[1] H. MOISSAN, *Comptes rendus*, t. CXXXIII, p. 715.

» Pour se débarrasser du carbamate d'ammonium formé au début de l'expérience, il suffit de chauffer le tube en U vers 50° en y maintenant le vide. Le sel ammoniacal se dissocie et il ne reste que du carbamate de sodium pur. Le poids de sodium indiqué a donné $0^g,2270$ de carbamate, la théorie demandant $0^g,229$.

» J'ai du reste fait l'analyse de ce produit en le dissolvant dans l'eau et déplaçant l'acide carbonique par l'acide sulfurique, puis l'ammoniaque formée par la potasse; j'ai obtenu : CO^2 : 53,08 pour 100, Az : 16,20 au lieu de : CO^2 : 53,01, Az : 16,87.

» Mais si l'on répète l'expérience à une température moins basse, on constate que le volume d'hydrogène recueilli est beaucoup plus petit que ne l'indique l'équation précédente; de plus la matière formée présente une coloration grisâtre. Avec $0^g,0510$ de sodium, et en maintenant la température entre — 35° et — 25°, je n'ai recueilli que 6^{cm^3} d'hydrogène au lieu de $23^{cm^3},6$.

» Ce déficit d'hydrogène en présence d'anhydride carbonique et d'un métal alcalin m'a conduit à penser qu'il avait pu se produire un formiate. Le contenu du tube a été dissous dans l'eau, additionné d'un excès d'acide sulfurique et distillé. Le liquide recueilli, de réaction acide, réduisait le permanganate et l'azotate d'argent. Mis à bouillir avec du carbonate de plomb, puis filtré et évaporé, il a laissé déposer de belles aiguilles que l'analyse démontre être du formiate de plomb. Trouvé : H : 0,76, C : 7,80, Pb : 69,50. Théorie : H : 0,67, C : 8,10, Pb : 69,59.

» En remplaçant le sodium par le potassium, qui reste combiné à l'ammoniac jusqu'à — 2° à la pression ordinaire (¹), j'ai pu opérer à une température plus élevée et j'ai obtenu ainsi, entre — 10° et — 5°, de meilleurs rendements en formiate.

» *En résumé*, l'anhydride carbonique réagit sur le sodium-ammonium et le potassium-ammonium. Au-dessous de — 50°, il se forme exclusivement le carbamate alcalin avec dégagement d'hydrogène. A une température moins basse, il se produit en même temps un formiate alcalin, aux dépens de l'hydrogène fourni par la première réaction.

» Cette production de formiate par l'hydrogène naissant et l'anhydride carbonique, en présence d'un métal-ammonium, rappelle la synthèse réalisée par M. Moissan (²) au moyen des hydrures alcalins et de l'anhydride carbonique. »

CHIMIE MINÉRALE. — *Méthode générale de préparation des chlorures anhydres.* Note de MM. C. Matignon et F. Bourion.

« On transforme habituellement les oxydes en chlorures anhydres par l'action simultanée du chlore et d'un élément réducteur, le charbon, ou

(¹) H. Moissan, *Comptes rendus*, t. CXXVII, p. 687.
(²) H. Moissan, *Comptes rendus*, t. CXXXIV, p. 261.

bien par l'intermédiaire de composés comme les chlorures de carbone, le chlorure de carbonyle, qui contiennent en même temps l'élément chlorurant et le corps réducteur. Ces méthodes ont l'inconvénient d'exiger une température élevée ou de n'agir que lentement. Si l'on tient compte de ce fait que le soufre et ses composés, à l'inverse de ce qui se produit en général pour le charbon et ses dérivés, sortent généralement de la zone de repos chimique à température assez basse, on peut prévoir que le remplacement du carbone par le soufre permettra de faciliter la transformation. Nous avons donc été amenés à faire agir simultanément le chlorure de soufre et le chlore (la quantité de chlore contenue dans S^2Cl^2 n'étant pas équivalente à celle du soufre) sur les oxydes. Nos prévisions se sont vérifiées. Il nous a été possible d'obtenir les chlorures anhydres en opérant dans des tubes en verre. La réaction, souvent très rapide, constitue presque toujours une excellente méthode de préparation.

» Le dispositif employé est simple. Un courant de chlore sec traverse une cornue remplie de chlorure de soufre plus ou moins chauffé, puis se rend, ainsi chargé de vapeurs réductrices, dans le tube à oxyde. Quand le chlorure préparé est volatil, on condense ce dernier à l'extrémité du tube, en évitant naturellement d'entraîner un excès de chlorure de soufre. S'il est au contraire moins volatil que le réducteur, on accélère la transformation en employant un excès de ce dernier, qui est recueilli et utilisé dans une autre expérience.

» *Silice.* — A la température du rouge sombre, la silice précipitée et calcinée se transforme régulièrement en chlorure de silicium condensable en un liquide jauni par un peu de chlore et de chlorure de soufre; impuretés faciles à éliminer au contact de la limaille de cuivre. Le chlorure $SiCl^4$ bout à 59°.

» *Alumine.* — L'alumine calcinée commence à se chlorurer à 350°; à 400° la réaction est bien nette, il se volatilise un chlorure double d'aluminium et de soufre $Al^2Cl^6SCl^4$ jaune huileux, qui se solidifie par refroidissement. En chauffant davantage, la transformation devient rapide et l'alumine, insoluble et difficilement attaquable, se trouve transformée en un composé soluble.

» *Thorine.* — Le chlorure de thorium $ThCl^4$ s'obtient commodément par cette méthode; la réaction commence au rouge naissant, on l'accélère en chauffant davantage. Le chlorure se dépose en magnifiques aiguilles prismatiques, longues de 1^{cm} à 2^{cm} et relativement peu hygroscopiques. Elles ont donné à l'analyse :

	Trouvé.	Calculé.
Cl	37,64	37,91

» *Oxydes de praséodyme, néodyme et samarium.* — Ces oxydes, carbonatés ou non, se transforment intégralement en chlorures; il convient de chauffer progressive-

ment pour éviter la fusion du mélange de chlorure et d'oxychlorure intermédiaire, sinon la portion fondue englobe la partie inattaquée et la chloruration devient alors très lente. Le dosage du chlore, dans ces différents produits entièrement hygroscopiques, a donné les valeurs suivantes :

	Cl trouvé.	Cl calculé.
Praséodyme........	42,30	42,60
Néodyme...........	42,71	43,11
Samarium..........	40,51	41,52

» Le samarium présente un déficit plus important, le produit ayant été amené à l'état fondu avant l'achèvement de la chloruration.

» *Anhydride vanadique.* — La réaction commence *à froid;* on peut chauffer légèrement, il se produit rapidement l'oxychlorure $VOCl^3$, condensable dans un récipient refroidi. Le produit brut, soumis à la distillation, passe presque tout entier à point fixe, à 126°; il ne reste comme résidu que de petites quantités de tétrachlorure $VaCl^4$. Le liquide jaune d'or obtenu présente toutes les propriétés de l'oxychlorure saturé.

» On peut modifier le mode opératoire, de manière à préparer le tétrachlorure. Il suffit de chauffer au rouge sombre, sur une longueur de 70^{cm}, les vapeurs de $VOCl^3$, mêlées avec un excès de chlorure de soufre, pour obtenir la chloruration complète à l'état de VCl^4. Le produit condensé est un mélange de tétrachlorure et de chlorure de soufre faciles à séparer par une distillation fractionnée dans une atmosphère de chlore. Ce tétrachlorure distille vers 150° en se décomposant partiellement en chlore et sesquichlorure V^2Cl^6, lequel forme un résidu solide présentant, après un lavage à l'éther, la belle teinte fleur de pêcher du chlorure chromique.

» *En résumé,* le mélange chlore et chlorure de soufre constitue un excellent agent chlorurant pour les oxydes; il fonctionne à basse température et permet de préparer commodément des chlorures anhydres, même dans le cas des oxydes les plus exothermiques correspondant à des chlorures d'allure métalloïdique, c'est-à-dire relativement peu exothermiques. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur les phényluréthanes des sucres.* Note de MM. L. Maquenne et W. Goodwin, présentée par M. A. Haller.

« Tessmer a fait voir, il y a aujourd'hui près de vingt ans, que l'isocyanate de phényle réagit sur les alcools polyatomiques appartenant à la famille de la mannite, ainsi que sur les saccharines, pour donner des phényluréthanes peu solubles (1).

(1) *Berichte,* t. XVIII, p. 968 et 2606.

» Nous avons reconnu que la même réaction est applicable aux sucres réducteurs et aux polyoses, sans qu'il y ait hydrolyse préalable de ceux-ci.

» Pour la produire il suffit de porter à l'ébullition un mélange du sucre employé avec un léger excès de carbanile (un quart en plus de la théorie), dilué dans deux ou trois fois son volume de pyridine anhydre. L'attaque se fait rapidement, sans projections ni prise en masse, et il ne se forme que peu de diphénylurée.

» Lorsque la réaction est complète on dessèche rapidement le tout sur un bain de sable et l'on épuise le résidu, d'abord par l'alcool bouillant, jusqu'à ce qu'une goutte du liquide filtré ne dépose plus d'aiguilles en s'évaporant sur une lame de verre, puis par l'eau.

» Les corps que l'on obtient ainsi sont amorphes ou microcristallins et généralement très peu solubles dans les réactifs usuels. Leur point de fusion est toujours indécis, ce qui tient à ce qu'ils se décomposent en dégageant des gaz à odeur de carbanile.

» Leur faible solubilité les rend inattaquables par les acides et les alcalis étendus, même à chaud, et s'oppose à ce que l'on puisse en séparer pratiquement les sucres d'où ils dérivent. Ils ne réduisent pas la liqueur de Fehling, même dans le cas des aldoses, ce qui montre qu'ils ne renferment plus de fonction aldéhydique.

» Nous avons pu ainsi préparer les phényluréthanes encore inconnnes des pentoses, des hexoses et de quelques polyoses hydrolysables, entre autres le lactose, le tréhalose et le mélézitose.

» Leur composition élémentaire ne varie qu'entre des limites assez étroites; cependant les analyses, ainsi qu'on le verra dans un Mémoire plus étendu, sont dans tous les cas en parfaite concordance avec la théorie, dans l'hypothèse que toutes les fonctions alcooliques sont éthérifiées.

» *Tétraphényluréthane du l-arabinose* $C^5H^6O^5(COAzHC^6H^5)^4$. — Poudre blanche amorphe, complètement insoluble dans l'eau, très peu soluble dans l'alcool, qui fond en se décomposant sur le bloc vers 250°-255°.

» *Tétraphényluréthane du l-xylose*. — Ce composé, isomère du précédent et encore moins soluble dans l'alcool, fond d'une manière indécise vers 265°-270°.

» *Pentaphényluréthane du d-glucose* $C^6H^7O^6(COAzHC^6H^5)^5$. — Poudre amorphe, ressemblant à ses homologues inférieurs, très peu soluble dans l'alcool bouillant et fusible vers 255°.

» *Pentaphényluréthane du d-galactose*. — Également amorphe, ce corps est légèrement soluble dans l'alcool chaud, ce qui en rend la purification assez difficile; il fond en dégageant des gaz vers 275°.

» La pentaphényluréthane du mannose forme une masse poisseuse dont la solubilité

dans l'alcool est du même ordre que celle de la diphénylurée et qui par suite ne peut en être séparée complètement.

» *Octophényluréthane du lactose* $C^{12}H^{14}O^{11}(COAzHC^6H^5)^8$. — On l'obtient de la même manière que les phényluréthanes glucosiques, auxquelles elle ressemble beaucoup; elle est sans action sur la liqueur de Fehling, même après ébullition avec de l'acide sulfurique étendu, et fond sur le bloc vers 275°-280°.

» *Octophényluréthane du tréhalose.* — Ce corps, isomère du précédent, est amorphe et fond vers 283°.

» La phényluréthane du saccharose est soluble dans l'alcool et la plupart des dissolvants de la diphénylurée; il a été impossible de l'obtenir à un état de pureté suffisant pour l'analyse.

» *Ennéaphényluréthane du mélézitose* $C^{18}H^{21}O^{16}(COAzHC^6H^5)^{11}$. — Poudre amorphe, peu soluble dans l'alcool chaud et fusible vers 180°, en se décomposant.

» Ainsi que nous l'avons dit plus haut, l'analyse de tous ces corps montre que, en réagissant sur les sucres, le carbanile attaque, ainsi qu'il lui arrive d'ordinaire, tous les oxhydryles disponibles. Tessmer ayant considéré les phényluréthanes de la mannite et de la dulcite comme renfermant seulement cinq groupes carbamiques, alors qu'elles devraient, théoriquement, en contenir six, nous avons cru devoir reprendre l'étude de ces composés, au double point de vue de leur composition élémentaire et du rendement que fournit leur préparation. Celui-ci est particulièrement facile à déterminer dans le cas de la phényluréthane mannitique, qui est insoluble dans tous les réactifs et, en conséquence, facile à purifier sans perte.

» Nous avons enfin étendu cette recherche à la perséite $C^7H^{16}O^7$, dont la phényluréthane n'avait pas encore été préparée; dans tous les cas la composition de ces corps a été trouvée normale et conforme à la théorie.

» *Hexaphényluréthane de la mannite* $C^6H^8O^6(COAzHC^6H^5)^6$. — Poudre formée d'aiguilles excessivement petites, fusibles sur le bloc vers 303°.

» On l'obtient avec un rendement pratique de 494 pour 100, alors que le rendement calculé, d'après la formule précédente, est de 492; son analyse est, d'autre part, aussi satisfaisante que possible.

» La formule proposée autrefois par Tessmer était donc relative à un produit incomplètement éthérifié.

» *Hexaphényluréthane de la dulcite.* — Fond à 315° et ressemble à la phényluréthane mannitique, avec laquelle elle est isomère.

» *Heptaphényluréthane de la perséite* $C^7H^9O^7(COAzHC^6H^5)^7$. — Ce corps est insoluble dans l'alcool bouillant et fond vers 297°.

» Avec 0g,1 de perséite pure on en a obtenu 0g,4905, soit environ 491 pour 100, nombre très voisin du rendement théorique 493; l'analyse y indique nettement la présence de 7at d'azote par molécule.

» Nous ajouterons en terminant que les isocyanates de la série grasse paraissent agir sur les sucres de la même manière que le carbanile; en chauffant à 130° de la mannite pure avec un excès d'éther cyanique, nous avons en effet obtenu un corps fusible à 270°, offrant l'aspect de la phényluréthane ci-dessus décrite, dans lequel on a dosé 13,76 pour 100 d'azote, formule $C^{24}H^{44}Az^6O^{12}$ d'une hexaéthyluréthane exigeant 13,81.

» La réaction est donc générale et permet d'obtenir l'éthérification complète d'un sucre quelconque, aussi aisément qu'avec l'anhydride acétique et l'acétate de sodium. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur les allyl- et propenyl-alcoylcétones.* Note de M. E.-E. **Blaise**, présentée par M. A. Haller.

« Dans une Note antérieure, j'ai montré que la condensation des nitriles avec l'iodure d'allyle, en présence du zinc, conduit aux alcoyl-allylcétones. J'ai indiqué, en outre, que cette réaction donne toujours, en même temps, une certaine quantité de la cétone propénylée isomère. Je ne soupçonnais pas, à ce moment, l'extrême facilité avec laquelle les cétones allylées se transforment en cétones propénylées, et j'ai reconnu depuis que, en réalité, la condensation donne exclusivement la cétone allylée. Mais il faut avoir soin, lors de la décomposition par l'eau, puis par l'acide sulfurique étendu, d'éviter toute élévation de température. De même, l'entraînement par la vapeur d'eau du produit de la décomposition doit avoir lieu en milieu rigoureusement neutre. Si l'on n'observe pas exactement ces conditions, une partie de la cétone allylée est toujours transformée en cétone propénylée isomère. En particulier, si l'entraînement par la vapeur d'eau a lieu en milieu acide, la proportion de cétone propénylée qui prend naissance est d'autant plus considérable que l'entraînement est plus lent; il en résulte que, pour les cétones à point d'ébullition suffisamment élevé, la transposition peut être intégrale :

$$CH^2 = CH - CH^2 - CO - R \rightarrow CH^3 - CH = CH - CO - R.$$

La transposition de la liaison éthylénique des allylcétones se produit dans les réactions les plus diverses; elle peut avoir lieu sous des influences même très faibles. J'ai déjà montré qu'elle est déterminée par l'action des hydracides à la température ordinaire. Avec l'acide bromhydrique, par exemple, l'allylcétone se transforme en la cétone propénylée isomère,

puis celle-ci fixe normalement l'hydracide en fournissant une cétone saturée bromée :

$$CH^2 = CH - CH^2 - CO - R \rightarrow CH^3 - CH = CH - CO - R$$
$$\rightarrow CH^3 - CHBr - CH^2 - CO - R.$$

J'ai constaté que cette réaction a lieu, même à basse température; c'est ainsi qu'elle se produit encore en solution éthérée, à — 80°, dans un mélange réfrigérant d'anhydride carbonique solide et de chlorure de méthyle.

» La transposition se produit encore lorsqu'on fait bouillir une cétone allylée, à reflux, avec de l'acide sulfurique à 10 pour 100. Dans ce cas, la réaction est un peu plus complexe.

» La majeure partie de la cétone allylée est transformée en cétone propénylée, mais on constate en même temps la production d'un composé à point d'ébullition plus élevé et qui se distingue, en outre, de la cétone par sa solubilité dans l'eau. Ce produit n'est autre qu'une cétone β-hydroxylée, résultant de la fixation d'une molécule d'eau sur la cétone propénylée :

$$CH^2 = CH - CH^2 - CO - R \rightarrow CH^3 - CH = CH - CO - R$$
$$\rightarrow CH^3 - CHOH - CH^2 - CO - R.$$

» J'ai cherché, d'autre part, à vérifier si, dans les allylcétones, les deux atomes d'hydrogène du groupement CH^2 compris entre la liaison éthylénique et la fonction cétone sont acides. Dans ce but, j'ai traité un mélange d'allycétone et d'iodure d'éthyle par l'éthylate de sodium. La réaction a été effectuée à 0° et abandonnée à elle-même, à cette température, pendant 24 heures. La liqueur se colore en jaune de plus en plus intense. Après neutralisation par l'acide acétique, puis élimination de l'alcool, le produit de la réaction a été fractionné dans le vide. Ce fractionnement fournit, outre des produits de condensation très avancée, à point d'ébullition élevé, une cétone β-éthoxylée. Ici encore, il y a donc eu transposition de la liaison éthylénique, puis, la cétone propénylée formée a fixé une molécule d'alcool sur sa double liaison :

$$CH^3 - CH = CH - CO - R \rightarrow CH^3 - CH(O - C^2H^5) - CH^2 - CO - R.$$

» J'ai alors songé à mettre en évidence l'acidité des deux atomes d'hydrogène du groupement CH^2 par une réaction ne nécessitant l'emploi d'aucun agent de condensation énergique. On sait, par les travaux de Knœvenagel, que les corps qui possèdent un atome d'hydrogène acide se condensent avec la formaldéhyde, en présence d'une base secondaire telle que la pipéridine ou la diéthylamine. Cette réaction a été effec-

tuée sur une cétone allylée, en employant la pipéridine comme agent de condensation. Après 24 heures de repos, à la température ordinaire, le mélange a été chauffé pendant 1 heure au bain-marie. En examinant le produit de la réaction, on constate qu'il ne s'est pas produit de condensation, mais que la cétone régénérée bout 10 degrés plus haut que la cétone mise en œuvre et n'est autre que la cétone propénylée isomère. Ainsi donc, même sous l'influence de la pipéridine, la liaison éthylénique des allylcétones se transpose.

» L'extrême facilité avec laquelle la liaison éthylénique émigre dans les allyl-alcoylcétones est un fait remarquable dont, à ma connaissance, il n'existe guère d'exemples.

» On peut, cependant, mettre en parallèle la transformation de l'acide vinylacétique en acide crotonique. Elle se produit, en effet, sous l'influence de l'acide sulfurique et de l'acide bromhydrique étendus, même à 0°, comme l'ont montré MM. Fichter et Sonneborn (*Berichte*, t. XXXV, p. 938) et cette transposition si aisée a fait mettre en doute la constitution de l'acide vinylacétique. Après les résultats que j'ai obtenus moi-même avec les allylcétones, elle ne présente plus rien de surprenant et l'acide vinylacétique obtenu par MM. Fichter et Sonneborn doit posséder la constitution que ces auteurs lui ont attribuée. J'ajouterai, enfin, que la migration de la double liaison, dans les allylcétones, semble rendre impossible toute recherche concernant le caractère des atomes d'hydrogène du groupement CH^2 compris entre la liaison éthylénique et la fonction cétonique. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Combinaison au saccharose avec quelques sels métalliques*, Note de M. **D. Gauthier**.

« Une combinaison du saccharose avec l'iodure de sodium a été signalée et sommairement décrite par Gill, qui a fait connaître en même temps la manière dont il l'avait obtenue (*Deutsche chemische Gesellschaft*, t. IV, 1871). En cherchant à reproduire cette combinaison par le même procédé, nous avons obtenu effectivement, à diverses reprises, un produit cristallisé en prismes très nets; quelques-uns des cristaux sont même volumineux et atteignent des dimensions de plusieurs centimètres. D'ailleurs, par ses différentes propriétés, ce produit paraît bien être identique à celui que Gill a fait connaître.

» Mais tandis que cet auteur a trouvé pour formule du composé

$$2C^{12}H^{22}O^{11}, 3NaI, 3H^2O,$$

nous avons toujours été conduit, par l'analyse, à lui assigner cette autre

$$C^{12}H^{22}O^{11}, NaI, 2H^2O.$$

» Cette dernière formule est semblable à celles des composés de même nature que forme le saccharose avec l'iodure de potassium et l'iodure de lithium

$$C^{12}H^{22}O^{11}, KI, 2H^2O$$
$$C^{12}H^{22}O^{11}, LiI, 2H^2O$$

que nous avons indiqués dans une précédente Communication (*Comptes rendus*, 28 décembre 1903).

» Les sulfocyanures métalliques jouissant de propriétés analogues à celles des chlorures, bromures, iodures, nous avons recherché s'ils pourraient, de la même façon, s'unir au saccharose. Nous avons réussi à obtenir avec quelques-uns d'entre eux des produits bien définis.

» Les sulfocyanures d'ammonium, de potassium, de sodium nous ont donné, en beaux cristaux prismatiques, des corps dont la composition est représentée par les formules

$$C^{12}H^{22}O^{11}, AzH^4CAzS, 1{,}5H^2O$$
$$C^{12}H^{22}O^{11}, KCAzS, H^2O$$
$$C^{12}H^{22}O^{11}, NaCAzS, H^2O.$$

» Le sulfocyanure de baryum nous a également fourni le composé

$$C^{12}H^{22}O^{11}, Ba(CAzS)^2, 2H^2O$$

en cristaux prismatiques comme les précédents. »

CHIMIE VÉGÉTALE. — *Sur le développement des plantes grasses annuelles; étude de l'azote et des matières ternaires.* Note de M. G. **André**.

« J'ai étudié récemment (*Comptes rendus*, t. CXXXVII, p. 1272) la répartition des bases minérales, chaux et potasse, chez trois espèces de plantes grasses. Je me propose de signaler aujourd'hui les particularités que présentent ces mêmes plantes, pendant leur évolution, sous le rapport des variations de l'acide phosphorique, de l'azote et des matières ternaires.

» Voici le Tableau des expériences :

			Dans 100 parties de matière sèche.								
						Hydrates de carbone,				
			Azote total organique.	PO^4H^3.	Azote amidé soluble.	solubles dans l'eau.	saccharifiables.	Cellulose.	Vasculose.	Poids de 100 unités sèches.
										g
Sedum azureum.	I.	9 juin 1902	1,82	0,97	0,62	»	10,10	11,30	5,29	21,46
	II.	20 juin 1902	1,58	0,72	0,38	9,70	12,79	10,19	5,27	118,76
	III.	4 juillet (floraison complète)	1,84	0,95	0,61	10,12	13,17	11,23	11,24	163,80
	IV.	18 juillet (fin de la floraison)	2,04	1,62	0,68	10,48	11,40	11,79	12,65	340,40
	V.	1er août (fructification)	1,93	1,22	0,71	7,91	10,87	15,22	13,85	512,30
Mesembrianthemum tricolor.	I.	2 mai	4,79	1,44	2,05	1,65	5,62	5,37	4,62	3,61
	II.	2 juin	4,06	0,83	1,48	6,16	5,97	11,80	2,02	24,05
	III.	18 juin (début de la floraison)	3,76	0,73	1,61	»	13,76	11,51	2,52	157,50
	IV.	1er juillet (floraison)	3,89	0,88	1,10	5,58	11,42	12,71	3,76	383,10
	V.	15 juillet	3,91	1,35	1,55	5,09	12,60	12,70	4,87	661,50
	VI.	29 juillet (fructification)	2,85	1,12	1,00	5,88	12,66	13,89	3,36	995,10
Mesembrianthemum cristallinum.	I.	16 avril	5,51	2,51	»	0,25	2,40	»	»	4,11
	II.	10 mai	4,38	0,81	2,28	1,03	5,32	10,38	1,06	99,70
	III.	25 juin	2,08	0,42	1,11	4,74	14,10	9,52	1,29	807,40
	IV.	10 juillet	2,34	1,10	1,27	»	10,33	10,39	1,98	2093,26
	V.	25 juillet	1,91	0,72	1,17	5,46	10,44	10,49	0,79	4031,40
	VI.	18 août (début de la floraison)	1,85	0,91	0,93	7,41	10,99	11,64	»	6236,80
	VII.	12 septembre (floraison)	1,65	1,07	0,87	8,11	14,27	15,53	1,43	5979,50
	VIII.	15 octobre (fructification)	2,00	1,08	1,03	7,24	12,48	12,13	1,69	6930,50

» I. *Variation de l'acide phosphorique et de l'azote.* — Le rapport de l'acide phosphorique à l'azote total est maximum au moment de la fin de la floraison. La quantité de l'azote amidé soluble, que l'on obtient en faisant bouillir l'échantillon avec 2 pour 100 d'acide acétique pendant 10 minutes, est considérable lorsqu'on la compare à celle de l'azote total. Les variations du rapport $\frac{\text{Az total}}{\text{Az amidé}}$ sont faibles pendant toute la durée de la végétation du *Mesembrianthemum cristallinum;* ce rapport oscille entre 1,8 et 1,9; il est plus grand chez les deux autres végétaux. Cette proportion d'azote amidé soluble, forte surtout à la fin de la végétation, n'est atteinte, en général, dans aucune plante annuelle. Ceci peut s'expliquer si l'on remarque que la dose d'eau que renferment ces plantes grasses, même en fin de végétation, est très élevée (90 pour 100). Les phénomènes de solu-

bilisation diastasique, favorisés par la présence de cette eau, doivent persister longtemps. On remarquera aussi que, chez le *Mesembrianthemum cristallinum*, la floraison a été tardive et peu abondante, ce qui permet de comprendre la persistance de l'azote amidé soluble dans toute la plante.

» A tous moments de leur végétation, les plantes grasses renferment des nitrates. Le rapport de l'azote nitrique à l'azote organique présente un maximum au début de la végétation; puis ce rapport décroît; il se relève à la fin de la végétation au moment où les nitrates, n'étant plus utilisés pour la synthèse des albuminoïdes, s'accumulent de nouveau en nature dans le végétal. Ceci est conforme aux observations antérieures de MM. Berthelot et André.

» II. *Matières ternaires. — Les hydrates de carbone solubles dans l'eau*, calculés en glucose, sont, pendant toute la durée de la végétation, toujours en proportion élevée quand on les compare aux hydrates de carbone saccharifiables par les acides étendus. Le Tableau précédent montre que le rapport $\frac{\text{hydrates solubles}}{\text{hydrates saccharifiables}}$ est plus élevé chez le *Sedum azureum* que chez les deux autres plantes et plus élevé, en général, chez ce genre de plantes que chez les plantes annuelles ordinaires. On peut voir là une relation probable, signalée d'ailleurs par plusieurs expérimentateurs, entre la présence des acides organiques dans les plantes grasses et la formation des hydrates de carbone. Cette persistance, en forte proportion, des hydrates de carbone solubles jusqu'à la fin de la végétation, peut s'expliquer si l'on admet que la plante transforme pendant le jour une partie des acides qu'elle contient en hydrates de carbone, l'inverse se produisant pendant la nuit à basse température. Le quotient respiratoire $\frac{CO^2}{O}$ devient, dans ce dernier cas, notablement plus petit que l'unité, l'oxydation portant alors sur les hydrates de carbone solubles qui fournissent de nouveau des acides.

» La transformation des hydrates de carbone solubles en *hydrates insolubles, saccharifiables par les acides étendus*, est lente, ainsi que la transformation de ces derniers en *cellulose*. Les deux chiffres sont du même ordre; tout au plus la cellulose est-elle plus abondante à la fin de la végétation du *Sedum*.

» *La vasculose* se conduit différemment chez les trois plantes examinées où sa formation semble être nettement en relation avec l'absorption de la chaux. J'ai montré antérieurement que la proportion centésimale de cette base, faible chez le *M. cristallinum*, était plus considérable chez le *M. tricolor* et plus considérable encore chez le *Sedum*, dans lequel elle surpasse celle de la potasse. Or, la proportion centésimale de la vasculose est très voisine, chez le *Sedum*, de celle de la cellulose, alors qu'elle n'en

est que le tiers ou le quart chez le *M. tricolor;* elle est beaucoup plus faible encore chez le *M. cristallinum.*

» Examinées au point de vue de leur teneur en acides organiques, les plantes grasses, comme on le sait depuis longtemps, possèdent un mode de végétation très spécial qui se traduit aussi, comme je viens de le montrer, par des particularités remarquables en ce qui concerne les variations de l'azote amidé soluble et celles des matières ternaires. »

BOTANIQUE. — *Sur le développement du perithèce chez les Ascomycètes.* Note de M. **P.-A. Dangeard**, présentée par M. Guignard.

« La reproduction sexuelle des Ascomycètes tire ses principaux caractères d'une adaptation des Siphomycètes aquatiques à la vie aérienne; les gamétanges ont subi une différenciation parallèle à celle des sporanges; pendant que ces derniers se transformaient en conidiophores, les gamétanges donnaient naissance à des gamétophores (¹).

» On distingue deux cas principaux : 1° Les deux sortes d'organes sont encore présentes à l'origine du périthèce, avec ou sans anastomoses (Érysiphées, *Ctenomyces, Monascus, Pyronema, Ascodesmis,* etc.); l'un d'eux seul, transformé en ascogone, fournit le gamétophore avec ses diplogamètes; le second subit, dans son contenu, une dégénérescence qui porte à la fois sur le cytoplasme et la totalité des noyaux.

» 2° Cette dégénérescence est un acheminement à la disparition complète de l'organe (*Sordaria, Ascobolus,* etc.).

» Cette Note a pour but de mieux faire connaître ce second cas sur deux nouveaux exemples, le *Saccobolus violaceus* et l'*Ascophanus ochraceus,* cultivés dans notre laboratoire, et sur un exemple ancien classique, l'*Aspergillus glaucus.*

» Dans le *Saccobolus,* chaque périthèce a pour origine un rameau du mycélium qui s'enroule en tire-bouchon en décrivant trois ou quatre tours de spirale, exactement comme dans le genre *Aspergillus;* il contient de quinze à vingt noyaux, alors que, dans l'*Aspergillus glaucus,* ce nombre peut aller jusqu'à vingt-cinq ou trente. Pendant que l'ascogone se cloisonne en articles, trois ou quatre rameaux recouvrants se développent à la base, s'appliquent sur les tours de spire, se ramifient et forment

(¹) P.-A. Dangeard, *Nouvelles considérations sur la reproduction sexuelle des Champignons supérieurs* (*Le Botaniste,* 9ᵉ série, décembre 1903).

bientôt un tubercule de pseudo-parenchyme; les articles plurinucléés de l'ascogone bourgeonnent des hyphes qui fournissent les diplogamètes, suivant le mode en crochet. Dans l'*Aspergillus*, il existe une petite modification qui est en rapport avec les différences de ramification du gamétophore; le premier cloisonnement de l'ascogone est suivi d'un second qui le divise en articles à deux noyaux.

» De l'étude attentive et scrupuleuse à laquelle je me suis livré, il résulte qu'aucun des filaments recouvrants ne joue le rôle de pollinode; en présence d'un ascogone possédant une vingtaine au moins de noyaux, tous fonctionnels et répartis en plusieurs articles, une fécondation nucléaire ne pourrait passer inaperçue.

» L'exemple de l'*Ascophanus ochraceus* serait encore plus probant si la chose était possible, parce que les filaments qui forment le tubercule de pseudo-parenchyme s'appliquent moins étroitement à la surface des ascogones; ceux-ci sont au nombre de huit à quinze à l'origine de chaque périthèce : l'aspect rappelle à s'y méprendre celui que nous connaissons dans le *Pyronema confluens*. Il existe toutefois une différence importante entre les deux genres : tandis que chez le *Pyronema* chaque ampoule se prolonge en un article dont la croissance cesse à la suite d'une anastomose avec un paracyste, ici, chez l'*Ascophanus*, le col de chaque ascogone se continue par un filament mycélien contourné que l'on peut souvent suivre sur une grande longueur; au voisinage du col se trouve une et même parfois deux cloisons; les paracystes font totalement défaut. Chaque ampoule est donc indépendante; cet organe est un simple renflement intercalaire du mycélium; il renferme de dix à quinze gros noyaux qui passent dans les hyphes ascogènes.

» Nous n'avons pas à faire remarquer l'importance de cette disposition au point de vue de nos idées sur la sexualité des Champignons supérieurs; mais nous voudrions que l'on envisageât dès maintenant la possibilité d'utiliser pour la classification les notions fournies par le mode de développement du périthèce; l'histoire de la transformation des gamétanges des Siphomycètes en gamétophores, sous l'influence de la vie aérienne, doit être liée intimement à l'ontogenèse même des groupes. Nous nous bornerons aujourd'hui à cette seule constatation; le genre *Ascophanus* est rapproché des *Saccobolus* dans les *Ascobolaceæ;* il semble, d'après ce que nous venons de voir, que ses affinités réelles sont plutôt du côté des *Pyronemaceæ*. »

PATHOLOGIE VÉGÉTALE. — *Sur la perpétuation du mildiou de la vigne.* Note de M. Gy de Istvanffi, présentée par M. Prillieux.

« La perpétuation du mildiou à l'aide d'œufs cachés dans les feuilles mortes, et, le plus souvent pourries, n'explique pas, d'une manière satisfaisante, la marche du développement de la maladie, et notamment sa réapparition sur certains ceps.

» Il n'est pas douteux que le mycélium peut se conserver vivant sous une forme quelconque. D'après Viala, il pourrait persister à l'état latent à l'intérieur des feuilles restant dans un milieu sec, mais cette condition se réalise très rarement, et presque toujours les feuilles se putréfient. Cuboni pense que le mycélium peut se développer dans les bourgeons des vignes et s'y maintenir à l'état latent jusqu'au printemps suivant. Cela est possible, mais ne paraît pas être absolument constant.

» J'ai réussi, dans les recherches que j'ai faites dans le courant de cet hiver, à constater la présence du mycélium à l'état de vie latente dans les divers organes de la vigne.

» 1° Dans l'écorce de sarments laissés sur les ceps pendant l'hiver, et examinés le 25 janvier et le 9 février, j'ai constaté que le mycélium du mildiou se retirait dans le parenchyme de l'écorce primaire, et se répandait en grande abondance dans les méats de ce tissu où il formait un réseau ressemblant au dessin dans lequel Cuboni a représenté le mycélium contenu dans les feuilles vertes. Ce mycélium provient des infections tardives qui se sont effectuées pendant les derniers jours de l'automne.

» L'écorce de ces sarments est caractérisée par sa couleur jaune pâle. Attaqués en même temps par le mildiou et l'oïdium, ils présentaient évidemment une maturité défectueuse.

» Les hyphes du mycélium hivernant contiennent du protoplasma dense, de couleur jaune foncé. Très souvent, j'ai réussi à découvrir le mycélium dans le voisinage des tissus à chlorophylle. Ici, il est très réfringent, incolore et moins nettement visible; on peut également remarquer des suçoirs gonflés semblables à des thylles.

» Le mycélium du mildiou observé à l'intérieur des pousses vertes, le 11 octobre, cheminait entre les cellules, non seulement dans les méats, mais aussi en se glissant entre les parois collées des cellules contiguës. Ce mycélium tardif a produit aussi des oospores dans l'écorce des pousses vertes,

» 2° Dans quelques bourgeons aussi, j'ai constaté, le 23 décembre, l'existence du mycélium dans des écailles recouvertes par des écailles plus extérieures. Cette observation confirme nettement l'opinion de Cuboni.

» 3° J'ai enfin réussi encore à reconnaître le mycélium du mildiou hivernant dans la pulpe ratatinée des grapillons restés sur les sarments dans des échantillons récoltés en plein vignoble le 9 février.

» La découverte du mycélium hivernant permet d'expliquer facilement la perpétuation du mildiou et donne surtout des indications précieuses pour le traitement de la maladie en aidant à concevoir comment se font les premières invasions qu'il serait extrêmement important de supprimer.

» J'ai voulu seulement, dans cette Communication, signaler d'une façon certaine l'existence de ce mycélium hivernant dont le rôle sera exactement établi par des observations ultérieures. »

GÉOLOGIE. — *Failles et plis*. Note de M. H. **Douvillé**, présentée par M. de Lapparent.

« Les géologues observent à la surface du sol deux sortes d'accidents bien distincts, les *failles* et les *plis*.

» Les *failles* sont des cassures simples de l'écorce terrestre avec déplacement relatif des parties séparées. L'observation des mineurs et des géologues a montré que presque toujours ce mouvement consiste dans un glissement de la partie supérieure sur le plan incliné de la faille (règle de Smith); il correspond ainsi à un *écartement* des portions de l'écorce situées de part et d'autre de la faille, c'est-à-dire à un *allongement* de l'écorce qui se trouvait dans un état de *tension*, cause probable de la production de la faille.

» Les *plis*, au contraire, correspondent à un *raccourcissement* de l'écorce terrestre et sont le résultat d'une *compression;* ce raccourcissement est encore augmenté par les grands phénomènes de charriage qui ont été mis en évidence dans ces dernières années.

» Il est intéressant de rechercher comment sont réparties à la surface du globe les zones faillées où dominent les efforts de tension, et les zones de plissement soumises aux efforts de compression. Les premières correspondent aux zones d'affaissement et l'on sait que celles-ci sont surtout développées dans le sens des méridiens : on peut citer les deux bords du Pacifique, marqués par la chaîne volcanique des Andes et par celle du Japon et des îles de la Sonde, et la zone mer Egée, mer Rouge, canal de Mozambique; ces trois zones de fracture, sur lesquelles nous avons déjà appelé l'attention, sont équidistantes. La dépression de l'Atlantique est probablement aussi une zone d'affaissement.

» Dans ces zones, l'écorce terrestre a été soumise à des efforts de tension, d'allongement; il est possible que ceux-ci résultent uniquement des affaissements, mais en tout cas, les dimensions de l'écorce terrestre n'ont pas dû varier d'une manière notable dans la direction perpendiculaire à ces accidents, c'est-à-dire suivant l'équateur.

» Les zones plissées, au contraire, représentent des accidents transversaux : elles ont été bien mises en évidence par les travaux de M. Marcel Bertrand, qui a distingué les chaînes calédonienne, hercynienne et alpine. Leur direction générale est celle des parallèles et elles montrent un raccourcissement notable de l'écorce terrestre dans la direction des méridiens.

» Rapprochons les deux conclusions auxquelles nous venons d'arriver :

» Pendant la durée des temps géologiques, la longueur de l'équateur ne paraît pas avoir varié d'une manière notable, tandis qu'au contraire les méridiens ont diminué de longueur. D'où cette conséquence singulière que l'*aplatissement du sphéroïde terrestre aurait augmenté progressivement*, ce qui semblerait indiquer que le mouvement de rotation de la Terre a été en s'accélérant. »

PÉTROGRAPHIE. — *Sur la composition chimique des assises cristallophylliennes de la chaîne de Belledonne* (*Alpes occidentales*). Note de MM. **Pierre Termier** et **André Leclère**, présentée par M. Michel Lévy.

« On sait ([1]) que le terrain cristallophyllien de la chaîne de Belledonne est un terrain sédimentaire paléozoïque, devenu métamorphique avant le dépôt du Stéphanien. Formé surtout de micaschistes à séricite et de chloritoschistes, il comprend aussi des gneiss ordinaires (riches en silice et en alcalis), des *cornes* feldspathiques, des *schistes carburés* noirs, des gneiss basiques (riches en amphibole). Çà et là, des amas intrusifs de gabbros apparaissent, interstratifiés.

» Nous donnons ici la composition chimique de sept roches extraites de ce terrain cristallophyllien.

» Elles ont été choisies parmi les plus typiques des assises où la magnésie est relativement peu abondante. Les analyses ont été faites par l'un de nous, au laboratoire du Service des Mines au Mans, d'après une méthode récemment décrite (attaque par l'oxyde de plomb et emploi ultérieur de l'acide formique). Les nombres ci-dessous se rapportent aux roches complètement calcinées :

	1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.
SiO^2	62,9	89,9	59,6	66,1	56,2	57,5	72,3
Al^2O^3	18,7	3,1	16,3	15,7	16,5	15,3	14,8
Fe^2O^3	9,6	1,7	12,2	8,8	13,2	11,7	3,5
TiO^2	0,7	0,1	1,1	0,6	0,8	0,6	0,5
CaO	1,0	0,6	1,2	3,1	3,0	1,2	1,2
K^2O	4,9	3,5	2,9	3,1	0,9	3,5	2,4
Na^2O	1,9	1,2	5,7	2,3	8,4	8,2	4,9
MgO	0,3	0,1	0,9	0,3	0,9	2,1	0,6
Total	100,0	100,2	99,9	100,0	99,9	100,1	100,2

([1]) P. Termier, *Nouvelles observations géologiques sur la chaîne de Belledonne* (*Comptes rendus*, t. CXXXIII, p. 897).

» 1. *Schiste carburé* de La Pra (Belledonne) : perte par calcination, 3,9 pour 100; CARBONE, 0,23 pour 100.

» 2. *Schiste quartzeux* dans les *schistes carburés* de La Pra : perte par calcination, 1,7 pour 100; carbone, traces.

» 3. *Schiste carburé,* torrent de l'Espalier, massif du Larmet : perte par calcination, 4,2 pour 100; CARBONE, 0,75 pour 100.

» 4. Même provenance que 3 : perte par calcination, 6 pour 100; CARBONE, 2,09 pour 100.

» 5. *Corne amphibolique* du col de Freydane (Belledonne) : perte par calcination, 2,2 pour 100.

» 6. *Micaschiste à séricite et chlorite*, La Pra : perte par calcination, 4,5 pour 100.

» 7. *Corne blanche*, La Pra : perte par calcination, 1,3 pour 100.

» Nous ferons remarquer deux choses : d'abord l'existence du carbone en quantités dosables (jusqu'à 2 pour 100) dans des schistes très métamorphiques; ensuite la richesse en alcalis de toutes ces roches.

» Cette richesse en alcalis n'a rien de surprenant pour la roche 7, qui est une sorte de leptynite fine renfermant environ 32 pour 100 de quartz, 14 pour 100 d'orthose et 40 pour 100 d'albite. Mais, dans les autres roches, les feldspaths ne sont pas visibles à l'œil nu ; et l'aspect extérieur n'aurait jamais fait supposer une semblable abondance de potasse et de soude.

» La potasse est presque tout entière dans le mica blanc, et la soude appartient presque exclusivement à l'albite. Les roches 5 et 6 contiennent 70 pour 100 d'albite et sont donc, minéralogiquement parlant, de véritables gneiss albitiques : mais leur aspect à l'œil nu est celui d'une corne verdâtre (roche 5) ou d'un chloritoschiste (roche 6).

» La teneur totale en alcalis, dans les roches *faiblement magnésiennes* du Cristallophyllien de Belledonne, semble varier entre 4 et 12 pour 100. Dans la plupart des cas, cette teneur dépasse 6 pour 100. Aucun terrain sédimentaire ne contient, *en moyenne, et sur de pareilles épaisseurs,* de telles quantités de potasse et de soude. C'est la confirmation de cette opinion récemment soutenue par l'un de nous : que *le métamorphisme régional* ne va pas sans un apport d'alcalis. »

PHYSIQUE BIOLOGIQUE. — *Action des rayons* N *sur la sensibilité auditive.* Note de M. **Augustin Charpentier**, présentée par M. d'Arsonval.

« Depuis ma dernière Note (29 février) j'ai pu mettre en évidence l'action des rayons N sur l'oreille proprement dite, et non plus seulement sur certains centres auditifs.

» Pour écarter toute cause d'erreur j'ai expérimenté avec des rayons sonores réfléchis sur une large plaque d'aluminium, maintenue à peu de distance du pavillon de l'oreille et presque parallèlement à ce dernier. La source sonore, montre ou autre, était donc placée, à distance variable, du même côté que l'oreille par rapport à la plaque, tandis que derrière celle-ci on pouvait à volonté approcher ou éloigner la source de rayons N destinée à influencer l'audition.

» J'ai constaté nettement une augmentation de la sensation auditive en présence des rayons N agissant vis-à-vis de l'oreille ou un peu en avant du conduit auditif, donc probablement sur la périphérie du nerf acoustique. »

PHYSIQUE BIOLOGIQUE. — *Actions physiologiques des rayons* N_1 *de Blondlot.* Note de M. **Augustin Charpentier**, présentée par M. d'Arsonval.

« M. Blondlot, dans une Note récente (29 février), a décrit une nouvelle espèce de rayons N possédant des propriétés physiques pour ainsi dire inverses de ceux qu'il avait déjà étudiés, et les nomme *rayons* N_1. Il y avait lieu de rechercher si cette inversion de propriétés se manifestait aussi dans leur action sur l'organisme.

» Indépendamment des sources indiquées par M. Blondlot, j'ai reconnu que la compression de certains échantillons de caoutchouc, de la glace vers la température de zéro, de morceaux d'iodure d'argent, donnait lieu à une production de rayons diminuant la phosphorescence (1). Mais j'ai utilisé surtout la compression ou mieux la

(1) Les corps précédents mis sous forme allongée (ou sous couche épaisse pour l'iodure d'argent) ont aussi une façon toute spéciale de conduire les rayons N ordinaires; mis en contact par une de leurs extrémités avec l'écran phosphorescent, *ils en diminuent l'éclat* lorsque la source est placée à l'autre bout *et maintenue immobile*. Si la source *se déplace* vis-à-vis du bloc, il y a, au contraire, *augmentation d'éclat* comme dans le cas ordinaire, *et croissant avec la vitesse*.

flexion de lames de celluloïd ou d'ivoire. (Il faut remarquer que, dans ces divers cas, le corps compresseur ou fléchisseur émettant généralement des rayons N ordinaires, on n'observe que la différence de leurs effets, et l'affaiblissement de l'écran ne traduit pas toute l'action négative; pour de petits morceaux d'iodure d'argent ou d'autres corps, on comprimera avec les doigts et assez loin de l'écran.)

» Les sources physiologiques émettent très probablement, comme dans le cas de la lampe Nernst, un mélange de rayons N ordinaires et de rayons N_1; dans un cas au moins, on peut voir ces derniers prédominer : c'est quand on produit (avec le biceps, par exemple) une contraction musculaire maxima sans raccourcissement, c'est-à-dire une forte contraction statique. L'écran placé contre le muscle subit alors un affaiblissement d'éclat au lieu de l'augmentation habituelle. (L'exploration devra se faire en écartant les troncs nerveux voisins, qui donnent, au contraire, cette augmentation.)

» *Les rayons* N_1 *produisent sur le système nerveux des effets inverses de ceux des rayons positifs*. Par exemple, ils diminuent l'intensité de la sensation olfactive quand ils agissent, soit à la périphérie, soit au centre, sur les points du nez ou du crâne indiqués dans ma dernière Note (29 février).

» Pour les autres sens, l'expérience, quoique plus délicate, donne des résultats du même ordre. J'ai pu ainsi reproduire en sens inverse la plupart des expériences décrites précédemment, et obtenir un affaiblissement de la vision par action des rayons N_1 soit sur l'œil, soit sur le centre pariétal, un affaiblissement de la sensation gustative et une diminution de l'audition. »

CHIMIE BIOLOGIQUE. — *Sur les relations du chromogène surrénal avec la tyrosine*. Note de M. **Gab. Bertrand**, présentée par M. Roux.

« D'après les recherches intéressantes publiées tout récemment par M. Gessard dans les *Comptes rendus de l'Académie des Sciences* (¹), la substance chromogène à laquelle le suc médullaire des glandes surrénales doit de se colorer en rouge au contact de l'air résulterait de l'action de la tyrosinase sur la tyrosine.

» Je puis ajouter, d'après mes observations sur le même sujet, que s'il

(¹) *Sur le pigment des glandes surrénales* (*Comptes rendus*, t. CXXXVIII, 1904, p. 586).

existe vraiment une relation entre la substance chromogène des glandes surrénales et la tyrosine, elle est certainement de nature plus compliquée que celle déduite par M. Gessard de ses expériences, que la substance chromogène ne résulte pas simplement d'une action de la tyrosinase.

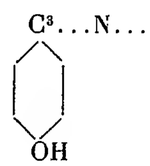
» Dans cette dernière supposition, en effet, la substance chromogène devrait renfermer ou moins d'hydrogène ou plus d'oxygène que la tyrosine. Or ce n'est pas le cas, puisque la substance chromogène est l'épinéphryne [1].

» On n'est pas encore fixé sur la constitution chimique de l'épinéphryne; néanmoins, en examinant les résultats déjà obtenus par divers savants, en particulier par Abel, Takamine, von Fürth, etc.; en comparant, d'autre part, ces résultats avec la formule bien connue de la tyrosine, on arrive à trouver une certaine relation d'ordre chimique entre les deux substances.

» Les formules brutes

$$\underbrace{C^9H^{11}NO^3}_{\text{Tyrosine.}} \quad \text{et} \quad \underbrace{C^9H^{13}NO^3}_{\text{Épinéphryne.}}$$

diffèrent seulement par H^2 et, dans l'une comme dans l'autre, on rencontre un groupement moléculaire commun :



mais là s'arrête l'analogie.

» L'épinéphryne renferme un second oxhydrile phénolique contigu avec le premier, comme dans la pyrocatéchine. D'après cela, elle doit s'oxyder aisément par la laccase, ce que j'ai vérifié. Elle donne alors, avec une grande rapidité [2], la coloration rouge des glandes surrénales comparée, par M. Gessard, à celle qui résulte de l'action de la tyrosinase sur la tyrosine en présence de l'oxygène. »

---

(1) Appelée aussi, depuis sa découverte par Abel et Crawford, *suprarénine, adrénaline*, etc.

(2) Cette grande rapidité, bien supérieure à celle qu'on observe avec les orthodiphénols, tient sans doute à l'influence de la chaîne latérale azotée.

CHIMIE BIOLOGIQUE. — *Oxydation de l'acide formique par les extraits de tissus animaux en présence de peroxyde d'hydrogène.* Note de M. F. **Batteli**, présentée par M. A. Chauveau.

« Les réactions qui montrent la présence des corps oxydants dans les tissus animaux sont fondées, dans leur grande majorité, sur l'oxydation de substances appartenant à la série aromatique. Les essais faits pour oxyder les composés de la série grasse ont presque tous échoué. Nous ne pouvons guère citer que l'oxydation de l'aldéhyde formique en acide formique obtenue par Pohl avec les extraits de foie (*Arch. f. experim. Pathol. u. Pharmakol.*, Vol. XXXVIII, p. 65). En tout cas, on n'a jamais réussi à obtenir, comme produit de l'oxydation, l'anhydride carbonique.

» Kastle et Lœwenhard (*Amer. chem. Journal,* Vol. XXIX, p. 563) ont cherché à oxyder l'acide formique par la catalase extraite du foie en présence de peroxyde d'hydrogène, mais ils ont obtenu un résultat négatif.

» J'ai fait, dans le laboratoire de Physiologie de l'Université de Genève, une série d'expériences dans le but de rechercher si les extraits de tissus animaux peuvent donner un dégagement de CO^2 par la décomposition de quelques substances.

» J'ai employé l'extrait de foie et de muscles. Cet extrait a été préparé de la manière suivante : le tissu pris de suite après la mort de l'animal est finement haché; on ajoute à la bouillie ainsi obtenue 2^{vol} d'un mélange composé de trois parties d'alcool et d'une partie d'éther. On brasse pendant 4 à 5 minutes, puis on introduit le mélange dans un sac de toile, et on le soumet à une forte pression pour exprimer le liquide. Le résidu est rapidement lavé avec 2^{vol} d'éther; et celui-ci éloigné en soumettant de nouveau le mélange à une forte pression. Le résidu est complètement séché dans le vide. On obtient ainsi un extrait plus ou moins brunâtre.

» J'ai trouvé que cet extrait oxyde l'acide formique avec dégagement de CO^2, en présence de peroxyde d'hydrogène.

» L'expérience est disposée de la façon suivante. A 100^{cm^3} d'une solution de formiate de Ca ou de Na à 2 pour 100, on ajoute 5^g à 20^g d'extrait de tissus. On fait passer un courant rapide d'air débarrassé de CO^2 pour enlever les traces de CO^2 qui se trouvent dans l'extrait. On ajoute ensuite, de minute en minute, 1^{cm^3} d'une solution de peroxyde d'hydrogène à 1 pour 100, et l'on continue à faire passer le courant d'air pendant toute la durée de l'expérience. L'air, après avoir barboté dans la solution de formiate, passe à travers plusieurs flacons de baryte qui retiennent le CO^2. L'expérience est faite à une température de 38°.

» Dans ces conditions, on voit que l'eau de baryte commence déjà à se troubler une dizaine de minutes après l'addition du peroxyde d'hydrogène; le trouble augmente ensuite de plus en plus. Si l'on n'ajoute pas le peroxyde d'hydrogène, on peut faire passer le courant d'air pendant plusieurs heures sans obtenir la moindre trace de CO^2.

» J'ai en outre dosé, au moyen d'une solution titrée de baryte, la quantité de CO^2 dégagée. La valeur la plus élevée que j'ai obtenue jusqu'ici est représentée par un dégagement de 32^{cm^3} de CO^2 pendant une heure, en employant 15^g d'un extrait de muscles et de foie de chien. L'action oxydante des extraits est assez variable.

» Des expériences analogues ont été faites dans les mêmes conditions, avec des solutions d'acétate, de lactate, d'oxalate et de glucose. Tous les résultats ont été négatifs. Je n'ai pas obtenu un dégagement appréciable de CO^2 par l'action des extraits de tissus sur ces substances en présence du peroxyde d'hydrogène.

» Les extraits de tissus employés sont riches en catalase, mais l'oxydation de l'acide formique ne paraît pas être due à la présence de cette enzyme. En effet, la catalase seule extraite du foie ou des muscles n'oxyde pas l'acide formique en présence du peroxyde d'hydrogène.

» Les extraits de tissus perdent complètement la propriété d'oxyder l'acide formique si on les plonge dans l'eau bouillante.

» La substance contenue dans l'extrait des tissus animaux, et qui oxyde l'acide formique en présence du peroxyde d'hydrogène, possède donc plusieurs caractères des enzymes, mais je n'ai pas réussi jusqu'ici à la préparer avec un certain degré de pureté. »

PHYSIOLOGIE PATHOLOGIQUE. — *Action des oxydases artificielles sur la toxine tétanique.* Note de MM. **Aug. Lumière**, **L. Lumière** et **J. Chevrottier**, présentée par M. Marey.

» Dans une Note récemment présentée à l'Académie des Sciences, M. Trillat [1] cite les expériences qu'il a réalisées dans le but de démontrer que les sels manganeux peuvent jouer le rôle d'oxydases en présence d'un colloïde. Les conclusions de cet auteur s'accordent complètement avec celles qui résultent des recherches que nous poursuivons depuis plus de deux ans, dans le même but.

---

(1) *Comptes rendus*, février 1904.

» Nous avons remarqué que non seulement les composés du manganèse, mais aussi ceux du fer jouissent de la plupart des propriétés qui caractérisent les oxydases naturelles.

» Il nous a semblé que cette propriété oxydasique se trouvait liée aux deux conditions principales :

» 1° La substance active doit dériver d'un métal dont les sels peuvent exister à des états d'oxydation différents. Les composés du manganèse, du fer, du cérium, sont dans ces conditions.

» 2° L'état de division des substances joue un rôle important dans l'activité oxydasique.

» Comme les préparations à base de manganèse, mais à un degré moindre en général, les émulsions d'oxyde de fer ou de cérium dans des substratums gélatineux, albumineux ou gommeux, bleuissent la teinture de gaïac, facilitent la transformation de l'hydroquinone en quinone, l'oxydation du pyrogallol, du gaïacol et de la paraphénylène-diamine.

» Nous avons cherché à utiliser ces propriétés remarquables pour détruire les toxines microbiennes qui, comme on le sait, sont en général atténuées ou même complètement détruites par l'oxydation (1).

» Nous résumerons ci-dessous nos principales expériences :

» *Expérience I.* — On a préparé une oxydase artificielle en ajoutant, à une solution de gélatine à 4 pour 1000, du permanganate de potasse à la dose de 0,25 pour 1000. Ce liquide injecté sous la peau s'absorbe bien.

» On a pris huit cobayes qui ont été répartis en quatre lots.

» Les deux premiers cobayes, servant de témoins, ont reçu une injection de toxine tétanique à la dose de $\frac{1}{250}$ de centimètre cube. Les deux cobayes suivants ont été injectés avec la même dose de toxine à laquelle on avait ajouté, au moment même de l'injection 1^{cm^3} d'oxydase artificielle. Pour le troisième lot on a injecté la toxine en même quantité sous la peau de l'une des cuisses, puis, immédiatement après, l'oxydase sous la peau de l'autre cuisse. Enfin, le quatrième lot a reçu la toxine tétanique seule, dans les mêmes conditions que les témoins, et l'oxydase n'a été injectée qu'à l'apparition des contractures.

» Nous avons alors constaté que les témoins sont morts en 37 et 38 heures, tandis que les cobayes qui ont reçu la toxine et l'oxydase mélangées avant l'injection sont morts seulement, le premier au bout de 6 jours, le deuxième au bout de 11 jours.

---

(1) Pendant le cours de nos essais, Mme Sieber (*Archives des Sciences biologiques de Saint-Pétersbourg*, t. III, 1901-1902), a publié un important travail sur la destruction des toxines par le peroxyde de calcium et par les oxydases naturelles. Sans connaître les travaux de ce dernier auteur, nous avions suivi une voie parallèle, mais en nous adressant aux oxydases minérales que nous avions obtenues de toutes pièces.

Pour les cobayes du troisième lot, la survie est encore très notable : l'un meurt au bout de 5 jours et l'autre en 6 jours. Les deux cobayes du quatrième lot n'ayant reçu le composé manganique que tardivement, ont encore vécu 4 jours, c'est-à-dire 58 heures environ de plus que les témoins.

» *Expérience II.* — Dans ce deuxième essai, répété dans des conditions analogues, les témoins sont morts 56 et 57 heures après l'injection de la toxine, tandis que la survie a été très notable pour les animaux traités par l'oxydase.

» Les cobayes ayant reçu successivement la toxine et l'oxydase non mélangées, sont morts, en effet, l'un 4 jours et l'autre 5 jours après l'injection. Le mélange de la toxine et du composé manganique n'a déterminé la mort des animaux qui l'ont reçu dans cette expérience qu'au bout de 6 et de 7 jours. Enfin, on a constaté dans cette série qu'en laissant en contact, pendant 6 heures, le mélange d'oxydase et de toxine avant de l'injecter, les cobayes ne meurent que dans un délai de 7 et de 9 jours.

» *Expérience III.* — Le substratum gélatineux utilisé dans le cas précédent a été remplacé dans cette expérience par de la gomme arabique au même titre, toutes les autres conditions expérimentales restant les mêmes. Les résultats sont identiques à ceux que nous constations dans les expériences précédentes.

» *Expériences IV et V.* — Dans ces expériences nous avons remplacé le manganèse par le fer, à même dose, sous forme de sulfate ferreux (*Exp. IV*) et de chlorure ferrique (*Exp. V*).

» Les résultats ont été les mêmes que ceux observés précédemment. La mort des animaux traités ne survient qu'au bout de 4, 5 et 6 jours, alors que les témoins sont tués en 2 ou 3 jours par la toxine tétanique.

» Nous avons également répété ces mêmes essais en alcalinisant et en acidulant l'oxydase artificielle. On sait, en effet, que les oxydations sont souvent influencées d'une manière considérable par la réaction du milieu dans lequel elles s'effectuent.

» Nous avons constaté qu'en milieu acide l'action de l'oxydase sur les toxines est beaucoup plus complète. C'est ainsi que, dans certains cas, le mélange acidulé des deux substances a pu être injecté immédiatement après sa préparation, sans que les cobayes traités présentent les moindres signes d'intoxication.

» Les sels de cérium, de cobalt et de nickel atténuent aussi l'activité de la toxine tétanique. »

M. E. Lagrange adresse une Note « Sur une erreur entachant les coefficients de conductibilité calorifique des métaux, déterminés par Péclet ».

(Renvoi à l'examen de M. Boussinesq.)

M. Pozzi-Escot adresse une Note ayant pour titre : « Applications du métogallol au développement de l'image latente en Photographie ».

A 4 heures et demie l'Académie se forme en Comité secret.

La séance est levée à 5 heures.

M. B.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

Ouvrages reçus dans la séance du 8 février 1904.

(Suite.)

Fifty-eighth annual report of the Director of the astronomical Observatory of Harvard College for the year ending september 30, 1903, by Edward-C. Pickering. Cambridge, Mass., 1903; 1 fasc. in-8°.

Report of the Superintendent of the United States naval Observatory for the fiscal year ending june 30, 1903. Washington, 1903; 1 fasc. in-8°.

Annual report of the Smithsonian Institution for the year ending june 30, 1902. Washington, 1903; 1 vol. in-8°.

Archives des Sciences physiques et naturelles; 109e année, 4e période, t. XVII, n° 1, 15 janvier 1904. Genève, Bureau des Archives; 1 fasc. in-8°.

Annales de la Société scientifique de Bruxelles; 28e année, 1903-1904, 1er fascicule. Louvain, 1904; 1 fasc. in-8°.

Annales de la Société royale malacologique de Belgique; t. XXXVII, année 1902. Bruxelles, P. Weissenbruch, 1903; 1 vol. in-8°.

Atti della Reale Accademia dei Lincei; anno CCCI, 1904, serie Va. *Rendiconti. Classe di Scienze fisiche, matematiche e naturali;* vol. XIII, 1er semestre. Rome. 1904; 1 fasc. in-4°.

Allgemeine Zeitschrift für Entomologie; Bd. VIII, n° 1. Neudamm, 1903; 1 fasc. in-8°.

Berichte der deutschen chemischen Gesellschaft; Jahrgang XXXVII, 1904, n° 1. Berlin; 1 vol. in-8°.

The journal of the american chemical Society; vol. XXVI, n° 1, january, 1904. Easton, Pa.; 1 fasc, in-8°.

Proceedings of the Academy of natural Sciences of Philadelphia; vol. IV, part 2, april-september 1903. Philadelphie, 1903; 1 vol. in-8°.

Transactions of the american mathematical Society; vol. V, n° 1, january 1904. Lancaster, Pa. et New-York; 1 fasc. in-4°.

Société genevoise pour la construction des instruments de physique et de mécanique : Catalogue. Genève, 1903; 1 vol. in-8°.

ERRATA.

(Séance du 29 février 1904.)

Note de M. *C. Chabrié*, Sur le diastoloscope et les résultats qu'il a permis d'obtenir :

Par erreur, les clichés ont été reproduits en négatifs. Nous donnons ci-dessous les positifs pour les figures 2, 3, 4 et 5.

Fig. 2.

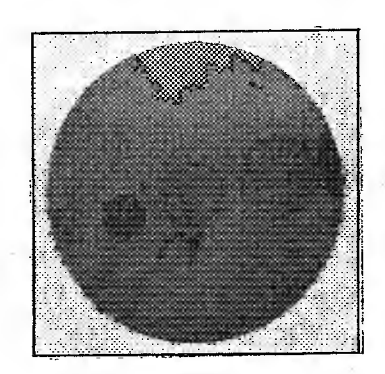


Fig. 3.

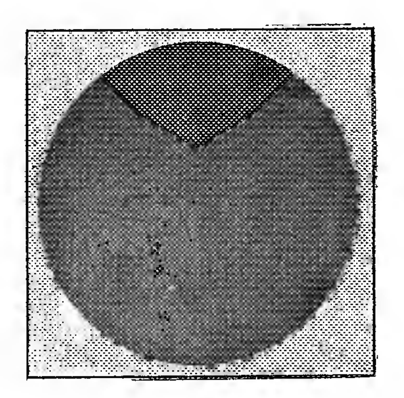


Fig. 4.

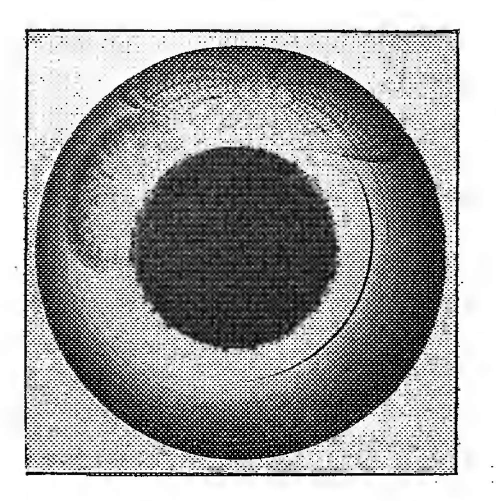
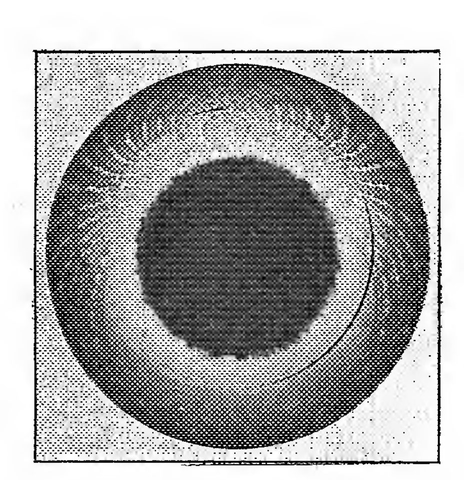


Fig. 5.



N° 10.

TABLE DES ARTICLES. (Séance du 7 mars 1904.)

MEMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

NOMINATIONS.

CORRESPONDANCE.

N° 10.

SUITE DE LA TABLE DES ARTICLES.

PARIS. — IMPRIMERIE GAUTHIER-VILLARS,
Quai des Grands-Augustins, 55.

Le Gérant : GAUTHIER-VILLARS.

1904

PREMIER SEMESTRE.

COMPTES RENDUS

HEBDOMADAIRES

DES SÉANCES DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES

PAR MM. LES SECRÉTAIRES PERPÉTUELS.

TOME CXXXVIII.

N° 11 (14 Mars 1904).

PARIS,

GAUTHIER-VILLARS, IMPRIMEUR-LIBRAIRE
DES COMPTES RENDUS DES SÉANCES DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES,
Quai des Grands-Augustins, 55.

1904

RÈGLEMENT RELATIF AUX COMPTES RENDUS

ADOPTÉ DANS LES SÉANCES DES 23 JUIN 1862 ET 24 MAI 1875

Les *Comptes rendus hebdomadaires des séances de l'Académie* se composent des extraits des travaux de ses Membres et de l'analyse des Mémoires ou Notes présentés par des savants étrangers à l'Académie.

Chaque cahier ou numéro des *Comptes rendus* a 48 pages ou 6 feuilles en moyenne.

26 numéros composent un volume.

Il y a deux volumes par année.

ARTICLE 1er. — *Impression des travaux de l'Académie.*

Les extraits des Mémoires présentés par un Membre ou par un associé étranger de l'Académie comprennent au plus 6 pages par numéro.

Un Membre de l'Académie ne peut donner aux *Comptes rendus* plus de 50 pages par année.

Toute Note manuscrite d'un Membre de l'Académie ou d'une personne étrangère ne pourra paraître dans le *Compte rendu* de la semaine que si elle a été remise le jour même de la séance.

Les Rapports ordinaires sont soumis à la même limite que les Mémoires; mais ils ne sont pas compris dans les 50 pages accordées à chaque Membre.

Les rapports et Instructions demandés par le Gouvernement sont imprimés en entier.

Les extraits des Mémoires lus ou communiqués par les Correspondants de l'Académie comprennent au plus 4 pages par numéro.

Un Correspondant de l'Académie ne peut donner plus de 32 pages par année.

Les *Comptes rendus* ne reproduisent pas les discussions verbales qui s'élèvent dans le sein de l'Académie; cependant, si les Membres qui y ont pris part désirent qu'il en soit fait mention, ils doivent rédiger, séance tenante, des Notes sommaires, dont ils donnent lecture à l'Académie avant de les remettre au Bureau. L'impression de ces Notes ne préjudicie en rien aux droits qu'ont ces Membres de lire, dans les séances suivantes, des Notes ou Mémoires sur l'objet de leur discussion.

Les Programmes des prix proposés par l'Académie sont imprimés dans les *Comptes rendus*, mais les Rapports relatifs aux prix décernés ne le sont qu'autan que l'Académie l'aura décidé.

Les Notices ou Discours prononcés en séance publique ne font pas partie des *Comptes rendus*.

ARTICLE 2. — *Impression des travaux des Savants étrangers à l'Académie.*

Les Mémoires lus ou présentés par des personne qui ne sont pas Membres ou Correspondants de l'Académie peuvent être l'objet d'une analyse ou d'un résumé qui ne dépasse pas 3 pages.

Les Membres qui présentent ces Mémoires son tenus de les réduire au nombre de pages requis. L Membre qui fait la présentation est toujours nommé mais les Secrétaires ont le droit de réduire cet Extrai autant qu'ils le jugent convenable, comme ils le fon pour les articles ordinaires de la correspondance officielle de l'Académie.

ARTICLE 3.

Le *bon à tirer* de chaque Membre doit être remis à l'Imprimerie le mercredi au soir, ou, au plus tard, le jeudi à 10 heures du matin; faute d'être remis à temps le titre seul du Mémoire est inséré dans le *Compte rendu* actuel, et l'extrait est renvoyé au *Compte rendu* suivant et mis à la fin du cahier.

ARTICLE 4. — *Planches et tirage à part.*

Les *Comptes rendus* ne contiennent ni planches, ni figures.

Dans le cas exceptionnel où des figures seraient autorisées, l'espace occupé par ces figures comptera pour l'étendue réglementaire.

Le tirage à part des articles est aux frais des auteurs; il n'y a d'exception que pour les Rapports et les Instructions demandés par le Gouvernement.

ARTICLE 5.

Tous les six mois, la Commission administrative fait un Rapport sur la situation des *Comptes rendus* après l'impression de chaque volume.

Les Secrétaires sont chargés de l'exécution du présent Règlement.

Les Savants étrangers à l'Académie qui désirent faire présenter leurs Mémoires par MM. les Secrétaires perpétuels sont priés de les déposer au Secrétariat au plus tard le Samedi qui précède la séance, avant 5h. Autrement la présentation sera remise à la séance suivante.

ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 14 MARS 1904,

PRÉSIDENCE DE M. MASCART.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

CHIMIE MINÉRALE. — *Sur la solubilité du silicium dans le zinc et dans le plomb.* Note de MM. **Henri Moissan** et **F. Siemens**.

« De même que le carbone, le silicium peut se combiner aux métaux : siliciures de fer, de nickel, de chrome, de tungstène, etc., ou bien se dissoudre dans ces corps simples sans fournir de combinaison.

» La méthode de préparation du silicium par Deville et Caron (¹), celle de Wœhler (²), les recherches publiées antérieurement par l'un de nous (³), ainsi que les expériences de M. Vigouroux (⁴), établissent que le silicium se dissout dans un certain nombre de métaux tels que le zinc, le plomb, l'argent, l'étain et l'aluminium. Nous avons pensé que ce sujet, qui en plus d'un point intéresse la Métallurgie, méritait de nouvelles recherches et nous avons poursuivi l'étude de la solubilité du silicium dans le plomb, le zinc et l'argent.

» Nous avons disposé nos expériences de la façon suivante : les métaux et le silicium se trouvaient dans un creuset de porcelaine très réfractaire, au milieu duquel plongeait le couple d'un pyromètre Le Chatelier. Ce dernier était entouré d'un mince cylindre de porcelaine fermé à son extrémité inférieure. Pour obtenir une dissolution saturée de silicium nous

---

(1) H. Deville et Caron, *Mémoire sur le silicium et les siliciures métalliques* (*Comptes rendus*, t. XLV, 1857, p. 163).

(2) Wœhler, *Sur un nouveau moyen d'obtenir le silicium* (*Comptes rendus*, t. XLII, 1856, p. 48).

(3) H. Moissan, *Le four électrique*, p. 349. Chez Steinheil, Paris.

(4) Vigouroux, *Le silicium et les siliciures métalliques* (*Annales de Chimie et de Physique*, 7e série, t. XII, 1897, p. 5).

avons mis en contact, avec le métal liquide, des fragments assez gros de silicium. Ces derniers avaient été fondus, au préalable, au four électrique. Ce silicium était préparé d'après le procédé de Wœhler, modifié par M. Vigouroux.

» Pour atteindre la saturation complète du métal liquide par le silicium un morceau de plusieurs centimètres cubes de ce métalloïde était retenu au fond du creuset par le cylindre de porcelaine qui renfermait le couple pyrométrique. Les autres fragments flottaient à la surface du métal fondu [1].

» Les métaux que nous avons employés avaient été préparés avec soin et étaient d'une pureté aussi grande que possible.

» Nous devions éviter surtout la présence de fer et, en général, de traces de métaux pouvant donner des siliciures. Les creusets étaient chauffés dans un four à résistance électrique qui permettait de maintenir la température constante et qui, de plus, entourait notre appareil d'une atmosphère réductrice. Cette précaution permet d'éviter l'oxydation superficielle du silicium.

» Nous avons reconnu, tout d'abord, par une série d'expériences préliminaires, que le plomb, après 2 heures de chauffe, à une température constante, était bien saturé de silicium. En donnant à l'expérience une durée plus longue, la quantité de métalloïde en solution n'augmentait pas. Le zinc se sature plus rapidement que le plomb.

» Dans nos expériences, nous avons maintenu ces deux métaux au contact du silicium à une température constante pendant 3 heures. Les creusets ont été ensuite sortis du four et le métal liquide qu'ils contenaient, séparé des fragments solides de silicium, a été versé rapidement dans de l'eau froide.

» 1° *Solubilité du silicium dans le plomb.* — Pour rechercher la quantité de silicium prise par ce métal, nous avons dissous un poids déterminé de plomb dans l'acide azotique étendu. Le silicium restait sous forme de cristaux inattaqués. Ces cristaux sont jetés sur un filtre disposé sur un entonnoir en ébonite, puis ils sont traités par l'acide fluorhydrique chaud, pour dissoudre une très petite quantité de scorie siliciée que le métal ren-

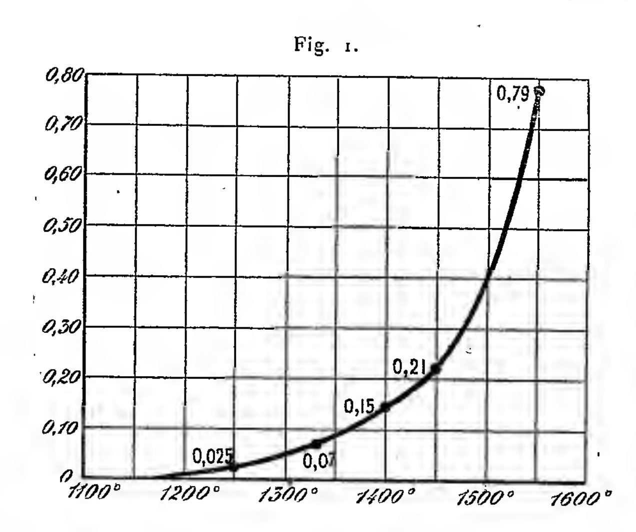
(1) Lorsque nous voulons fondre des cristaux de silicium, à la température de 1500°, nous ajoutons à ce métalloïde un très petit morceau de sodium dont la vapeur empêchera chaque cristal de s'oxyder et de s'entourer d'une petite couche de silice. Pour éviter l'oxydation superficielle du silicium solide avant qu'il ne soit entouré de métal liquide, nous avons parfois utilisé cet artifice.

ferme parfois et qui a échappé à l'action de l'acide azotique. Après avoir été séché, le silicium est légèrement calciné dans un creuset de porcelaine pour brûler le filtre, puis pesé. La forme des cristaux de silicium obtenus par solubilité dans le plomb rappelle les formes des cristaux de Deville et Caron décrits par de Sénarmont ([1]). Les formes prépondérantes sont des octaèdres, soit libres, soit sous forme de chapelets, et des tétraèdres. On trouve aussi des tétraèdres empilés et des lamelles hexagonales. Les cristaux sont très petits, assez souvent transparents et de couleur jaune brun.

» Lorsque le plomb est refroidi lentement, on recueille un grand nombre de cristaux empilés et des lamelles très minces, transparentes et colorées en jaune brun. D'après nos expériences, le silicium ne commence à se dissoudre dans le plomb que vers 1200°; nous avons trouvé, pour des températures comprises entre 1200° et 1500°, les chiffres suivants :

	°	pour 100
Si dissous	à 1250	0,024
»	à 1330	0,070
»	à 1400	0,150
»	à 1450	0,210
»	à 1550	0,780 ([2])

Fig. 1.



» Nous avons réuni les chiffres ainsi obtenus dans la courbe n° 1. A une

([1]) De Sénarmont, *Note sur la forme cristalline du silicium* (*Ann. de Chim. et de Phys.*, 3e série, t. XLVII, 1856, p. 169).

([2]) Il nous a été possible de séparer assez nettement le silicium dissous dans le

température de 1550°, cette solubilité est encore très faible, puisqu'elle est inférieure à 1 pour 100.

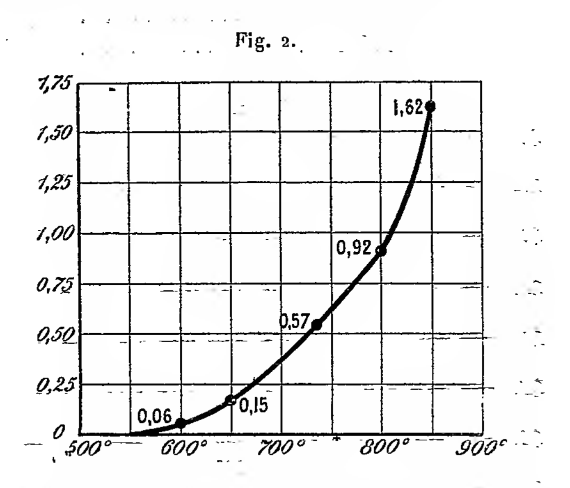
» 2° *Solubilité du silicium dans le zinc.* — Nous avons employé le même dispositif pour ces nouvelles expériences; seulement le métal, après saturation du silicium puis refroidissement, était attaqué par l'acide chlorhydrique étendu ([1]). La solubilité du silicium est plus grande dans le zinc. Déjà à 650° elle est de 0,5 pour 100, et à 850° de 1,62.

» Les chiffres trouvés sont les suivants :

	pour 100
Si dissous à 600°	0,06
» à 650	0,15
» à 730	0,57
» à 800	0,92
» à 850	1,62

» Ces chiffres nous ont donné une courbe que nous reproduisons ci-dessous et qui s'élève plus rapidement que la précédente.

Fig. 2.



» *Conclusions.* — En résumé, le silicium se dissout dans le zinc, à une température beaucoup plus basse que dans le plomb. La solubilité commence vers 550°, elle s'élève à 850° à une teneur de 1,62 pour 100. D'après la forme de la courbe, nous voyons que, au-dessus de 850°, cette solubilité

plomb à sa température d'ébullition, du silicium que le plomb évaporé avait abandonné, parce que ce dernier était en petits globules fondus, tandis que le silicium en solution dans le plomb s'est séparé, par refroidissement brusque, sous forme de petits cristaux.

croît très rapidement, mais nos expériences ne nous ont pas permis de faire des déterminations concordantes au-dessus de cette température et d'atteindre le point d'ébullition du zinc qui, d'après M. Daniel Berthelot, est de 920° [1].

» Dans le plomb, la solubilité du silicium commence à une température plus élevée, elle ne débute qu'à 1100°, et à 1400° elle est seulement de 0,15 pour 100.

» Enfin, au point d'ébullition du plomb, elle atteint la teneur très faible de 0,79 pour 100. Nous ajouterons que, dans ces expériences, le silicium se sépare par refroidissement en cristaux possédant toutes les propriétés de ce métalloïde, et dont la densité est constante et très voisine du chiffre normal. »

CHIMIE MINÉRALE. — *Sur un nouveau mode de formation du carbure de calcium.* Note de M. **Henri Moissan.**

« Dans des expériences antérieures nous avons démontré que le charbon à haute température ne réduisait la chaux qu'au moment où cette dernière était arrivée à l'état liquide.

» Cette condition nécessite une température très élevée et a entraîné l'emploi du four électrique pour la préparation industrielle du carbure de calcium. Mais, d'autre part, nous avons fait voir que le calcium métallique pouvait se combiner dès le rouge sombre avec le noir de fumée pour fournir du carbure de calcium pur, cristallisé et transparent [2]. Il découle de ces expériences que, chaque fois que dans une électrolyse on produira du calcium au contact du charbon au-dessus du rouge sombre, il y aura formation de carbure. C'est ce qui se produit dans les expériences que nous allons décrire.

» 1° *Électrolyse du chlorure de calcium.* — On place dans un creuset de graphite qui sert de pôle positif une certaine quantité de chlorure de calcium que l'on fond au moyen d'un petit arc électrique. Une tige de graphite verticale sert d'électrode négative et amène le courant grâce à un dispositif analogue au premier four électrique de Siemens et Huting-

(1) Daniel Berthelot, *Comptes rendus*, t. CXXXIV, 1902, p. 705.

(2) H. Moissan, *Recherches sur le calcium et ses composés* (*Annales de Ch. et de Ph.*, 7e série, t. XVIII, 1899, p. 289.

ton ([1]). Par des additions successives de chlorure de calcium solide, on emplit bientôt le creuset, puis, après ce premier phénomène de fusion produit par l'arc, on laisse se produire l'électrolyse du chlorure fondu au moyen d'un courant de 10 à 15 ampères sous 120 volts. Il se forme bientôt une croûte solide à la partie supérieure, ce qui permet d'opérer à l'abri de l'air. Du chlore se dégage en abondance et du calcium est mis en liberté. Cependant la résistance du bain change avec rapidité; la formation probable d'un sous-chlorure fait varier rapidement les conditions de l'électrolyse. Après une heure de marche, on arrête l'expérience et l'on brise le creuset. On trouve, à l'intérieur, une masse à cassure cristalline. La partie centrale, projetée dans l'eau, s'y dissout en fournissant un mélange gazeux formé d'hydrogène et d'acétylène. Ce mélange contient de 11,5 à 14,6 de gaz acétylène. Nous nous sommes assuré, après absorption de l'acétylène par le sous-chlorure de cuivre, que l'hydrogène restant était pur.

» Il s'est donc produit, dans cette électrolyse, du calcium et une petite quantité de carbure provenant de l'attaque des électrodes.

» 2° *Électrolyse d'un mélange de fluorure et de chlorure de calcium.* — L'addition du fluorure au chlorure de calcium fournit un bain beaucoup plus fluide et qui conduit le courant avec une grande régularité. La meilleure proportion de fluorine était de $\frac{1}{5}$ pour $\frac{4}{5}$ de chlorure. Après l'expérience, la partie qui est en contact avec l'électrode de charbon est lamellaire et jaunâtre. On y distingue à la loupe de petits cristaux brillants de calcium. Elle nous a donné, au contact de l'eau, de l'hydrogène renfermant, suivant les expériences, 2,3-5,4 et 6,7 pour 100 d'acétylène.

» Si l'on vient à ajouter au liquide très fluide, produit par la fusion de ce mélange de fluorure et de chlorure de calcium, une certaine quantité de coke de pétrole en poudre grossière, l'électrolyse se produira tout aussi bien, mais la teneur en carbure augmentera notablement. Si l'on a soin de remuer de temps en temps la masse pour que le coke de pétrole qui nage sur le bain se mélange aux sels en fusion, on obtient, après refroidissement autour de l'électrode, une masse lamellaire qui donne, au contact de l'eau, de l'hydrogène contenant 35,9, 36, 58 et 59 pour 100 de gaz acétylène.

» Si l'on change le sens du courant, la réaction se produit de même sur

([1]) Siemens et Hutington, *Sur le fourneau électrique* (*Association britannique*, Southampton, 1883).

le pourtour du creuset et l'on obtient ainsi des sels fondus qui, choisis auprès de la paroi, fournissent, avec l'eau, un mélange d'hydrogène et d'acétylène renfermant 64,4, 64,5 et 65,7 pour 100 de carbure d'hydrogène. Bien entendu dans une même opération la teneur des fragments varie suivant qu'ils sont choisis plus ou moins loin de l'électrode qui intervient dans la réaction. En reprenant quelques centimètres cubes de cette matière par l'alcool absolu, nous avons pu séparer des cristaux très nets de calcium et des fragments mordorés de carbure de calcium dont les uns sont fondus et les autres cristallisés. Le tout se décomposait ensuite instantanément par l'eau froide.

» Dans ces conditions, on voit donc que le carbure de calcium se produit, par une réaction secondaire, à une température qui, prise à la pince thermo-électrique, est voisine de 650°.

» Mais la quantité de carbure ainsi obtenue est toujours très faible parce qu'elle est liée à la formation préalable du calcium par électrolyse. Dans une de nos expériences, 100^{g} de matière fournissaient 730$^{cm^3}$ de gaz contenant 59 pour 100 d'acétylène. Cette réaction n'est donc qu'un mode de formation ; elle ne peut servir aujourd'hui à la préparation du carbure, car ce dernier, dès qu'il se produit, est noyé dans la masse de chlorure et de fluorure en fusion. »

PALÉONTOLOGIE VÉGÉTALE. — *Observations au sujet du mode de fructification des Cycadofilicinées.* Note de M. **R. Zeiller.**

« M. Grand'Eury a présenté, à la dernière séance, une Note dans laquelle il signale l'association fréquente de graines avec les débris de frondes des Névroptéridées houillères, en réunissant sous cette dénomination les genres *Alethopteris, Odontopteris* et *Nevropteris*; ces frondes n'offrant jamais, d'autre part, aucune trace de sores, « la question se pose, « dit-il, de savoir si certaines Névroptéridées ne sont pas reproduites par « graines, ainsi qu'il est porté à le croire ».

» Il me paraît intéressant, à raison de l'importance de cette question au point de vue de l'histoire générale des types végétaux et de leur évolution, de signaler à l'Académie la découverte, faite par M. Robert Kidston, et annoncée par lui le 3 décembre dernier à la Société Royale de Londres, de graines du type *Rhabdocarpus* attachées à des fragments de rachis portant encore des pinnules déterminables de

Nevropteris heterophylla ([1]). Il ressort de là que les *Nevropteris* du terrain houiller, malgré leur ressemblance extérieure avec les Fougères, étaient bien positivement des végétaux gymnospermes, et l'observation faite à Saint-Étienne par M. Grand'Eury touchant l'association de graines à enveloppe filandreuse avec les débris des *Nevropteris* concorde avec celle de M. Kidston, les graines de *Rhabdocarpus* étant précisément caractérisées par leur enveloppe fibreuse. Au surplus les doutes qu'avaient fait naître sur l'attribution de toute une série de « Fougères » houillères les caractères anatomiques, rappelant les Cycadinées, observés dans leurs tiges et dans leurs pétioles, et qui avaient conduit à les grouper provisoirement sous le nom de Cycadofilicinées, semblaient-ils levés déjà par les observations de MM. Oliver et Scott ([2]) sur les graines de *Lagenostoma* et leur attribution presque certaine aux *Lyginodendron*, c'est-à-dire aux *Sphenopteris* du groupe du *Sphen. Hœninghausi*, lesquels cependant ressemblent plus encore que les *Nevropteris* à certaines de nos Fougères actuelles.

» Quant aux appareils fructificateurs qui avaient été antérieurement rapportés tant à certains *Sphenopteris* de ce groupe, comme le *Sphen. Stangeri*, qu'au *Nevropteris heterophylla*, et qu'il semblait naturel d'interpréter comme des sporanges groupés, les uns par six à huit, les autres par quatre, en synangium portés sur des branches nues du rachis, ils doivent être considérés désormais comme des appareils mâles, et il n'est pas sans intérêt de rappeler à ce propos l'analogie que présentent également avec les synangium des Marattiacées les capsules pollinifères des Bennettitées observées par M. Wieland.

» On se trouve ainsi en présence de types manifestement affines, d'un côté aux Fougères, de l'autre aux Cycadinées, et l'on ne peut guère se refuser à voir dans ce groupe des Cycadofilicinées, ou des *Ptéridospermées*, pour employer la dénomination proposée par MM. Oliver et Scott ([3]), un des termes principaux de l'évolution qui a dû conduire des unes aux autres; mais on a déjà affaire ici à de véritables Gymnospermes, et cette constatation vient apporter une modification profonde à nos connaissances sur la flore houillère. Il en résulte notamment que les Gymnospermes ont tenu dans cette flore une place beaucoup plus considérable qu'on ne l'avait cru, puisqu'il faut leur rapporter une fraction importante, près de la moitié

([1]) *Proceedings of the Royal Society*, vol. LXXII, p. 487.
([2]) *Proceedings of the Royal Society*, vol. LXXI, 7 mai 1903, p. 477-483.
([3]) *Proceedings of the Royal Society*, vol. LXXIII, p. 4.

peut-être, des « Fougères » de cette époque, et peut-être le terme classique d'*ère des Cryptogames vasculaires* qu'on appliquait à la période paléozoïque demandera-t-il à être revisé. »

PHYSIQUE. — *Actions comparées de la chaleur et des rayons* N *sur la phosphorescence*. Note de M. **R. Blondlot**.

« J'ai indiqué récemment que, tandis que l'action des rayons N augmente la quantité de lumière émise par un écran phosphorescent dans la direction normale, elle diminue la quantité de lumière émise très obliquement [1]. Comme on sait, la chaleur agit aussi sur la phosphorescence, dont elle augmente temporairement l'éclat. En recherchant si cette action de la chaleur offrirait les mêmes particularités que celle des rayons N eu égard à la direction de la lumière émise, j'ai trouvé que, au contraire, la chaleur produit une augmentation d'éclat dans toutes les directions comprises entre la normale et le plan tangent. De là un moyen pour distinguer les effets produits sur la phosphorescence par la chaleur, d'une part, et par les rayons N, les vibrations sonores, les champs magnétique et électrique, d'autre part.

» Voici encore un cas où ces effets sont différents. Prenons un écran rectangulaire en carton, ayant, par exemple, 5^{cm} de hauteur et 12^{cm} de longueur, recouvert bien uniformément de sulfure de calcium et rendu médiocrement phosphorescent. Si l'on élève la température d'une portion de l'écran, elle devient plus lumineuse que le reste. Au lieu de cela, faisons tomber sur l'une des moitiés de l'écran un faisceau de rayons N, issus, par exemple, d'une lampe Nernst; son éclat n'éprouve pas d'augmentation appréciable; mais, si l'on vient à placer devant cette moitié de l'écran un petit objet opaque, par exemple une petite clef ou une feuille de métal découpée à jour, on le voit se détacher très nettement sur le fond lumineux, tandis que si on le place sur la moitié qui ne reçoit pas les rayons N, ses contours sont vagues et indécis et semblent même disparaître par instants. En promenant lentement l'objet sur l'écran, son passage de l'une des moitiés à l'autre est rendu visible par le changement de netteté de ses contours. Si, au lieu de regarder l'écran normalement, on l'observe très obliquement, les phénomènes sont renversés. Ces expériences sont frappantes. »

(1) *Comptes rendus*, t. CXXXVIII, p. 547.

PALÉONTOLOGIE VÉGÉTALE. — *Sur le caractère paludeen des plantes qui ont formé les combustibles fossiles de tout âge.* Note de M. GRAND'EURY.

« D'après des observations nouvelles, les forêts fossiles des environs de Saint-Étienne comprennent, presque toutes, des Calamites, *Psaronius*, Cordaïtes, Syringodendrons, c'est-à-dire des représentants des principaux groupes de plantes houillères, et les sols de végétation fossiles, leurs racines et rhizomes souterrains. Plus n'est besoin de démontrer que les uns et les autres ont poussé aux endroits qu'ils occupent.

» On vient de voir (¹) que les *Stigmaria*, les *Rhizomopteris* ont été des coureurs de fond de marais. Je rappelle (²) que les racines adventives des *Psaronius* et adjuvantes des Calamodendrons ont poussé librement dans l'eau comme les racines aquatiques des Cryptogames de marais, et que les souches avec racines des Cordaïtes ont poussé au fond de l'eau comme celles du *Taxodium distichum* Rich.

» Une des conséquences et en même temps une preuve de ces faits, c'est que, aux fossiles stratifiés, sont mêlées de très nombreuses racines adventives de Fougères et de Calamites, absolument identiques à celles tombant des tiges des forêts fossiles.

» Par les dessins qui seront donnés des tiges, souches et rhizomes enracinés, on verra que tous les types dominant, par le nombre ou la quantité, ont vécu, adaptés au milieu aquatique, ainsi que des plantes de tourbage, et la conséquence et la preuve en sont que les racines souterraines sont peu développées et arasées à des joints de stratification représentant d'anciens fonds de marais.

» La flore fossile a, au reste, l'uniformité, la continuité, les associations d'une végétation autochtone. Partout, en effet, tant dans la houille que dans les schistes, on trouve les débris peu séparés des mêmes plantes : Pécoptéridées, Névroptéridées, Calamariées, Cordaïtées, Lépidophytes, *Annularia, Sphenophyllum.* En particulier, les Pécoptéridées, Calamariées, Cordaïtées sont répandues avec profusion dans toute l'épaisseur de 2500^{m} du bassin de la Loire; avec elles, les Névroptéridées abondent dans les 1200^{m} de dépôts productifs de Saint-Étienne. Le gisement des premières ne

(¹) *Comptes rendus,* 22 et 29 février 1904.

(²) *Comptes rendus,* 2 et 9 avril 1900.

souffre qu'une interruption, celui des autres est continu, et, comme assez souvent les différents organes des mêmes espèces sont enfouis presque sur place, elles se prêtent assez bien aux difficiles recherches de l'origine des espèces et des genres fossiles. Pour être moins communes, les Sigillaires sont encore assez fréquentes pour qu'il soit possible d'en suivre les mutations. Plus rares sont les *Sphenopteris* et surtout les *Dicranophyllum;* les *Walchia* ne se sont montrés qu'à très peu d'endroits; il en est de même de quelques Fougères à part, et de plantes supérieures auxquelles ne sauraient se référer qu'un très petit nombre de graines; on n'a jusqu'ici trouvé à Saint-Étienne qu'une seule fois, au niveau de la huitième couche, le *Pterophyllum Fayoli* Ren.; de même en France, un seul *Nöggerathia,* à Autun un *Zamites,* etc.

» Les derniers fossiles apparaissent comme des éléments originaux d'une flore de terre sèche qui, hors de portée des eaux, ne nous est parvenue que par hasard sous la forme et l'état de débris dépareillés et de détritus mal conservés. Elle paraît pauvre à côté de celle des marais; son rôle a été nul dans la formation des combustibles fossiles anciens.

» Afin de voir si les plantes génératrices des stipites, houilles brunes et lignites, ont également fréquenté les marais et se sont plu dans leur voisinage, et pour juger comparativement du mode de formation de ces charbons modernes, j'ai visité et étudié depuis 4 à 5 ans, dans la plupart des étages secondaires et tertiaires, les nouveaux gisements charbonneux suivants :

» Dans le Keuper, la couche de stipite de Gemmelaincourt (Vosges); dans l'Oolithe, entre le Bajocien et le Bathonien, les stipites des Causses; dans le Crétacé moyen, les lignites noirs du Sarladais (Dordogne); dans le Turonien, ceux de Saint-Paulet, Le Pin (Gard), de Segriès (Ardèche); dans le Sénonien supérieur, le gisement de Piolenc (Vaucluse); dans le Supracrétacé, les veines et couches de houille sèche de Valdonne, de Trets (Bouches-du-Rhône); dans l'Éocène, les cendrières de la montagne de Reims (Marne), la couche de houille brune d'Entrevernes (Haute-Savoie); dans le Tongrien inférieur, le braunkohle piciforme coquillier de Célas près d'Alais; dans l'Aquitanien, le bassin de Manosque; dans l'Oligocène supérieur et le Miocène inférieur, les bassins de braunkohle de Cologne, de Falkenau (Bohême); dans le Miocène supérieur, les lignites du Bas-Bugey (Ain), de la Tour-du-Pin (Isère); dans le Pliocène inférieur, les lignites de Sotinga (Roumanie); dans le Pliocène supérieur, les lignites de Larquier (Landes), de Nousty près de Pau.

» Ces gisements charbonneux devant être décrits aux trois points de vue

qui vont nous occuper, je me bornerai à les citer, en passant, à l'appui de ce très court résumé.

» On verra que dans les terrains à lignites il y a autant de souches et de racines, sinon de tiges, en place, que dans nos bassins houillers.

» De leur situation même au milieu des roches de sédiments et de calcaire, il est à présumer que les racines *in situ* sont les témoins de plantes de fonds inondés. Elles se présentent, et cela est certainement un fait très significatif, dans les terrains à lignites, par exemple à Fuveau, Sigonse, Le Pin, Saint-Paulet, etc., de la même manière que dans le terrain houiller, incomplètes et arasées à des joints de stratification, et l'analogie permet de les rapporter à des plantes ayant aussi vécu le pied baigné dans l'eau; les racines ligneuses sont, au Sarladais, disposées et ramifiées, sous le lignite, de la même manière que les racines de Cordaïtes sous la houille. Il y a là des traits communs qui relient la formation des charbons modernes à celle des houilles.

» En fait, dans le bassin de Fuveau, j'ai reconnu des racines de Rhizocaulées au mur des Ravettes, d'autres racines de plantes semi-aquatiques au mur des couches, et les empreintes de la Valentine et de Trets m'ont bien aussi paru provenir de plantes de marais. A Gemmelaincourt, les racines du mur de la couche de stipite sont celles des Equisetites, dont les graines et les écorces se voient dans le charbon. A Falkenau, Piolenc, racines de plantes aquatiques dans les nerfs des couches et dans le lignite; à Cologne, beaucoup de Phragmites et autres herbes.

» Les bois du lignite sont, à Nousty, de même essence que les racines implantées au mur et dans les entre-deux de la couche. Au Sarladais, à Saint-Paulet, etc., sur les racines ligneuses, gisent des branches et feuilles de Résineux dont le bois se reconnaît dans le lignite, qui est moucheté de succin; là, ces végétaux constituent, avec quelques Monocotylédones, la flore du charbon; celle des roches encaissantes s'en éloigne notablement plus que dans le terrain houiller.

» A la suite de Göppert, on se rend facilement compte, à l'œil nu et sous la loupe, que les bois des lignites appartiennent généralement aux Conifères. Sous le microscope, et tenant compte des associations, on reconnaît des bois de *Sequoia*, de *Glyptostrobus*, de *Taxodium*, de *Pinites*, etc., c'est-à-dire de Résineux vivant aujourd'hui ou pouvant vivre au voisinage des eaux ou le pied dans l'eau. Dans le lignite, avec ces bois, à Sotinga, nombreux rameaux de *Glyptostrobus europœus* Heer; à Ambronay, de *Taxodium dubium*.

» Cependant, dans le lignite de Cologne, j'ai remarqué des bois de

Dicotylédones, de Palmiers; dans d'autres charbons modernes on a reconnu des bois d'*Alnus*, de *Laurus*, etc. En outre, dans le lignite de Cologne, j'ai constaté la présence de branches et de rameaux nombreux d'arbres dits *feuillus*; dans le lignite du bois d'Asson, des feuilles de Dycotylédones, et ces fossiles ne sont pas en minorité dans quelques veines de charbon.

» Mais la matière fondamentale des houilles brunes étant, comme on le verra, le produit de la macération dans l'eau de plantes de marais, on peut admettre que la végétation des lignites, quoique beaucoup moins exclusivement que celle des houilles, est en général palustre et lacustre. Cela a été prévu par G. de Saporta pour des cas particuliers; il fallait le démontrer pour tous les cas. »

NAVIGATION. — *Note de M.* **Bertin** *accompagnant la présentation d'un Atlas de la Marine italienne publié par M.* Corazzini.

« J'ai l'honneur de présenter à l'Académie la deuxième Partie de l'Atlas de la Marine italienne, publié par M. le professeur Francesco Corazzini. Cet Atlas embrasse la période historique qui s'étend du VIe au XIXe siècle.

» La première Partie, dont la publication remonte à près de 20 ans, a été consacrée à l'antiquité. Elle a formé, pour ainsi dire, l'illustration d'un volume du même auteur, sur les navires à rames grecs et romains, au sujet duquel l'amiral Jurien de la Gravière a présenté un rapport qui figure aux *Comptes rendus*, t. CIII, p. 35. Les archéologues se passionnaient alors sur la question des navires polyrèmes et particulièrement des trières grecques, à laquelle un praticien consommé, M. l'amiral Serre, a donné une réponse plausible, en substituant un problème de service à bord à une énigme d'épigraphie, et en déterminant ce qui se faisait d'après ce qui pouvait se faire.

» La deuxième Partie n'a pas de texte; les planches n'ont même pas de légende. L'auteur en donne les motifs, en indiquant lui-même cette lacune comparativement aux publications de son ami l'amiral Paris. Je résumerai l'impression que laisse son examen, en disant que ses 100 planches, soigneusement composées, font assister au dernier éclat et au déclin final de la Marine à rames, ainsi qu'au développement de la Marine à voiles venant la supplanter à la fin du XVIe siècle.

» La Marine à rames est surtout représentée par les galères de Rhodes

et de Malte et leurs combats contre les Turcs et les Barbaresques. On peut signaler les vues assez détaillées du *Bucentaure* vénitien, d'une galère pontificale du XVI[e] siècle, de la galère italienne de *C da Canale* et de la *Réale* française bien connue.

» Je signalerai, sur la *Pl. XLII*, une comparaison, en coupe longitudinale, des dernières galères avec les frégates à voiles contemporaines.

» L'ancienne Marine à voiles est largement représentée par les galions de divers pays et beaucoup de bâtiments hollandais, hourques, flûtes de guerre, riches navires de la Compagnie des Indes, etc.; puis les principaux types de frégates et vaisseaux de ligne, anglais et français, qui se sont perpétués pendant près de deux siècles, nous conduisent à l'époque toute récente où il m'est arrivé d'armer et surtout de désarmer des bâtiments à voiles purs, de dessiner des plans de voilure, de faire des études de gréement.

» Les savants, qui feront des recherches sur la Mécanique délicate et compliquée du navire de guerre à voiles, trouveront quelques sujets d'étude intéressants dans les *Pl. LXXI* à *LXXVIII*.

» Les dernières Planches nous ramènent à l'Italie, avec les plans des principaux ports de la Péninsule et surtout de l'ancien arsenal de Venise.

» L'Ouvrage est remarquable par le soin apporté au côté esthétique de la publication. Il est douteux que les navires modernes, dotés des moteurs rêvés jadis par les précurseurs italiens, Brunelleschi et Léonard de Vinci, dont M. Corazzini rappelle les noms illustres dans sa courte Préface, se prêtent un jour à des planches d'un aspect aussi artistique. »

HYGIÈNE. — *Sur une expérience faite par la Compagnie de Suez pour la suppression du paludisme par la destruction des moustiques.* Note de M. le Prince D'ARENBERG.

« Depuis les magnifiques travaux de M. le D[r] Laveran, il n'existe plus aucun doute sur le rôle des moustiques dans la propagation du paludisme et de la malaria.

» Dans la présente Note nous ne comptons pas exposer les remarques nouvelles faites sur la manière dont les Anophèles transportent le germe de la fièvre. Nous voudrions simplement citer un exemple et montrer les résultats auxquels on peut arriver en appliquant la doctrine et les conseils du grand savant qui, le premier, a reconnu l'origine d'un mal dont tant de contrées souffrent cruellement.

» Au milieu du canal de Suez se trouve une localité nommée Ismaïlia et située à peu près à égale distance de la Méditerranée et de la mer Rouge. Lorsque M. Ferdinand de Lesseps creusa la grande voie qui relie l'Occident à l'Orient, Ismaïlia fut le centre de nombreux chantiers. Des milliers d'ouvriers y séjournèrent pendant longtemps.

» Après l'ouverture du canal la petite ville se développa, et elle compte aujourd'hui 9000 habitants : 2000 Européens et 7000 indigènes. La salubrité de l'endroit était réputée dans l'isthme de Suez, et nulle part les cas de fièvre n'étaient moins nombreux. Il en fut ainsi pendant une quinzaine d'années. Puis soudainement le paludisme fit son apparition et il se développa avec une telle intensité que dans ces derniers temps bien peu d'Européens, séjournant une année entière à Ismaïlia, échappaient aux atteintes de la malaria.

» Ceux qui ont la direction de la Compagnie de Suez se préoccupaient de cet état de choses. Sur les conseils des médecins consultés ils entreprenaient des plantations et des assainissements qui restaient sans aucune efficacité, et le nombre des fiévreux continuait à augmenter. Après les publications des travaux de M. le D[r] Laveran et du Major Ross, de l'Institut colonial de Liverpool, les médecins de la Compagnie commencèrent à entrer dans une nouvelle voie et à étudier l'éclosion des moustiques, et en particulier celle des Anophèles. En 1902 le Major Ross voulut bien accepter une mission qui lui fut confiée et venir sur place étudier le paludisme qui désolait la contrée. A la même époque un des médecins de la Compagnie, le D[r] Pressat, allait en Italie et se rendait compte de tout ce qui se faisait dans ce pays pour se protéger contre les moustiques.

» A la suite de ces différentes missions et de ces différentes études, l'on se mit résolument à l'œuvre et des crédits furent ouverts pour faire immédiatement les travaux nécessités par la destruction des insectes pernicieux.

» Les travaux consistaient dans la suppression des eaux stagnantes partout où il en existait, en dehors et à l'intérieur de la ville. De grandes mares furent comblées, des rigoles qui n'avaient pas d'écoulement furent creusées, et, dans les maisons, les endroits où l'eau ne peut pas être évacuée furent recouverts d'une mince couche d'huile de pétrole. Deux équipes sont maintenues en permanence. L'une surveille constamment les environs de la cité, nettoie les rigoles et les fossés, et y maintient un courant suffisant grâce à des chasses d'eau qui y ont été organisées. L'autre équipe passe au moins une fois par semaine dans chacune des maisons,

répand le pétrole dans les fosses ou dans les bassins et s'enquiert si des moustiques n'ont pas été aperçus dans les immeubles ou dans les jardins. Les habitants, au premier abord, ne se rendaient pas très bien compte de ces travaux et de ces recherches. Ils ne tardèrent pas à en reconnaître l'utilité et à devenir les auxiliaires les plus actifs des agents. Européens et Arabes signalent la présence d'un moustique comme celle d'un animal dangereux et s'acharnent à sa destruction.

» Il y a un peu plus d'un an que les équipes, dont je viens de parler, fonctionnent régulièrement, et il n'y a plus de moustiques à Ismaïlia. L'été dernier chacun a pu y dormir sans recouvrir son lit d'une moustiquaire, alors qu'il y a deux ans les employés de la Compagnie étaient obligés de s'entourer d'un rideau de tulle pour pouvoir travailler à leur bureau. Les moustiques ont si bien disparu que les agents et les médecins qui continuent leurs études sur les Anophèles ont toutes les peines du monde à s'en procurer.

» Un avantage bien autrement considérable a été obtenu, car, si l'on ne peut pas affirmer encore que la fièvre ait absolument disparu, elle a diminué dans de telles proportions qu'il est permis d'espérer que, dans un avenir très prochain, la disparition sera définitive. Voici quelques chiffres qui parleront plus éloquemment que tout ce qu'on pourrait dire : dans les cinq années écoulées, depuis 1897 à 1902, le nombre des paludiques a toujours dépassé 2000; en 1903, il a été de moins de 200. D'une façon générale l'état sanitaire a été assez amélioré pour que le nombre des malades reçus à l'hôpital ait diminué de plus de 50 pour 100. Le service sanitaire n'a constaté que 4 décès causés par la malaria en 1903, et tous les 4 parmi les indigènes. Les journées de chômage qui étaient très nombreuses ont diminué dans une notable proportion. La confiance et la sécurité des employés et des ouvriers sont devenues complètes.

» La destruction des moustiques n'a pas été la seule arme dont on se soit servi dans le combat contre la malaria. L'emploi préventif de la quinine a été pratiqué sur une grande échelle. Partout où la Compagnie pouvait l'imposer, dans les bureaux, sur les chantiers, dans les écoles et dans les dispensaires, la distribution en a été faite gratuitement. Une partie de la population, et surtout de la population indigène, lui échappe, et c'est là ce qui rendra toujours nécessaire de continuer méthodiquement à immuniser autant qu'on le pourra les habitants d'une contrée où sévissait le paludisme.

» Il m'a semblé que cette courte Note pouvait offrir quelque intérêt en

montrant par quels moyens fort simples on était arrivé à se débarrasser d'un fléau dont tant de régions sont atteintes. Sans doute la Compagnie de Suez s'est trouvée dans une situation privilégiée pour commander et pour agir. Le territoire sur lequel elle exerçait son action n'était pas très étendu, mais elle avait surtout le grand avantage de l'exercer en toute liberté, sans crainte de rencontrer des mauvaises volontés personnelles ou administratives.

» L'expérience qui vient d'être faite prouve d'une façon irréfutable que, partout où l'on voudra et où l'on pourra détruire les moustiques, la fièvre paludéenne disparaîtra. J'ai laissé volontairement de côté toute la partie scientifique de cette expérience. Les médecins et les agents de la Compagnie de Suez, qui l'ont poursuivie avec tant d'intelligence, avec tant de zèle et tant de dévouement, se chargeront de publier leurs études. Il me suffisait de constater les résultats. Vous me permettrez d'ajouter que je les constate avec une double joie, puisque c'est grâce à un savant français que nous avons pu chasser le paludisme d'un territoire du pays d'Égypte. »

M. **Alexandre Agassiz** fait hommage à l'Académie de deux Ouvrages accompagnés de Planches qu'il vient de publier sous les titres : « The coral reefs of the tropical Pacific » et « The coral reefs of the Maldives ».

NOMINATIONS.

L'Académie procède, par la voie du scrutin, à la nomination d'un Correspondant pour la Section de Géométrie, en remplacement de M. *Cremona.*

Au premier tour de scrutin, le nombre des votants étant 46,

M. Volterra obtient la majorité absolue des suffrages.

M. **Volterra** est élu Correspondant de l'Académie.

L'Académie procède, par la voie du scrutin, à la nomination d'un Correspondant, pour la Section de Minéralogie, en remplacement de M. *Carl von Zittel.*

Au premier tour de scrutin, le nombre des votants étant 39,

M. Brögger obtient la majorité absolue des suffrages.

M. **Brögger** est élu Correspondant de l'Académie.

L'Académie procède, par la voie du scrutin, à la nomination d'un Correspondant pour la Section de Botanique, en remplacement de M. *Millardet*.

Au premier tour de scrutin, le nombre des votants étant 37,

M. Flahault obtient la majorité absolue des suffrages.

M. **Flahault** est élu Correspondant de l'Académie.

CORRESPONDANCE.

M. le **Secrétaire perpétuel** signale, parmi les pièces imprimées de la Correspondance :

1° Un Ouvage de M. *H. Lebesgue*, intitulé : « Leçons sur l'intégration et la recherche des fonctions primitives ». (Présenté par M. Émile Picard.)

2° Quatre Volumes des années 1900 et 1901 des *Annales du Bureau central météorologique*. (Présentés par M. Mascart.)

3° Une brochure de M. *Alfred Angot*, « Sur les expériences de tir contre la grêle ». (Présentée par M. Mascart.)

4° Un Ouvrage de M. *A. Ricco*, « Sur la détermination de la pesanteur en Sicile et en Calabre ». (Présenté par M. de Lapparent.)

5° Le 1er Volume d'un Ouvrage « Sur l'éruption de l'Etna en 1892 », par MM. *A. Ricco* et *S. Arcidiacono*. (Présenté par M. de Lapparent.)

6° Deux Volumes ayant pour titre : « Revision des Cirrhipèdes appartenant à la collection du Muséum d'Histoire naturelle », par M. *A. Gruvel*. (Présentés par M. Bouvier.)

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur les ensembles parfaits et les fonctions uniformes*. Note de M. **Zoretti**, présentée par M. Painlevé.

« I. Je me propose d'indiquer certaines propriétés des ensembles *parfaits* (c'est-à-dire identiques à leur dérivé) à deux ou plusieurs dimensions.

Je les énonce seulement dans le cas de deux dimensions, la généralisation en étant immédiate.

» On peut d'abord étendre aux ensembles plans le procédé que l'on peut employer pour construire *tous* les ensembles parfaits *rectilignes*. On a le théorème suivant :

» Théorème. — *En excluant du plan les points* intérieurs *à l'un au moins des cercles d'une suite dénombrable de cercles, on obtient un ensemble* fermé (*contenant son dérivé*).

» Inversement, *tout ensemble fermé* (et en particulier tout ensemble parfait) *peut être obtenu de cette manière.*

» Ce théorème est à rapprocher de celui de MM. Poincaré et Volterra, sur le nombre des branches d'une fonction analytique multiforme.

» Les ensembles parfaits se distinguent en ensembles *discontinus, continus linéaires, continus superficiels*. Ces ensembles ayant même puissance et, d'après ce qui précède, même procédé de construction, il est facile de s'expliquer qu'on leur connaisse encore peu de propriétés distinctes. Dans cet ordre d'idées, j'ai obtenu les théorèmes suivants :

» Théorème. — *Un ensemble dénombrable d'ensembles partout discontinus est un ensemble dont aucune portion ne saurait être continue.*

» De même, *un ensemble dénombrable de continus linéaires est un ensemble dont aucune partie ne saurait être superficielle.*

» On sait qu'un point d'un ensemble discontinu peut être entouré d'une ligne ne renfermant aucun point de l'ensemble et dont tous les points sont aussi voisins qu'on veut du point donné. On peut étendre ce théorème de la manière suivante :

» Soit a un point d'un ensemble *fermé* quelconque E et supposons que a appartienne à un continu C faisant partie de E; on peut trouver une ligne entourant C, ne contenant aucun point de E, dont tous les points soient à une distance de C inférieure à un nombre donné quelconque; cette ligne peut être supposée analytique régulière et pourvue en tout point d'une tangente et même d'une courbure continues; on peut même ajouter qu'il existe une *zone* entourant C, sans points de E, et aussi voisine de C qu'on voudra.

» Étant donné un point a d'un ensemble discontinu, il peut ou non exister un angle ayant ce point pour sommet, dans lequel il n'y ait pas de point de l'ensemble tendant vers a. Dans une aire aussi petite qu'on veut, contenant des points de l'ensemble, il y en a toujours une infinité pour lesquels cet angle peut être choisi aussi voisin de π qu'on le désire. Mais pour

certains points l'angle peut ne pas exister, certains peuvent même être limites dans toutes les directions.

» On peut encore démontrer au sujet des ensembles discontinus le théorème suivant :

» Théorème. — *Étant donné un ensemble discontinu, il existe une ligne (c'est-à-dire un continu linéaire) qui contient tous les points de cet ensemble.*

» II. Les travaux de M. Poincaré sur les fonctions fuchsiennes ont montré l'intérêt et la grande utilité qu'aurait l'étude des fonctions analytiques uniformes admettant un ensemble discontinu de singularités.

» J'ai pu démontrer au sujet de ces fonctions le théorème suivant :

» Théorème. — *Si une fonction analytique uniforme admet dans une aire un ensemble discontinu de points singuliers, elle est nécessairement discontinue dans cette aire.*

» On peut encore énoncer ce théorème sous la forme suivante :

» *Une fonction uniforme et continue dans une aire y est holomorphe, ou y admet des* lignes *ou des* aires *singulières (et point d'autres singularités).*

» Ce théorème ne donne sans doute qu'une bien faible idée de la façon dont se comporte la fonction au voisinage de tels points singuliers, mais il montre déjà, ou plutôt il accentue la différence entre les fonctions pourvues de coupures et celles qui n'en ont pas. »

OPTIQUE. — *Sur la mesure optique de la différence de deux épaisseurs.* Note de MM. **A. Perot** et **Ch. Fabry**, présentée par M. Mascart.

« Les méthodes que nous avons précédemment indiquées permettent de comparer deux épaisseurs E, E', définies par les distances de lames de verre planes parallèles semi-argentées, dont le rapport est un nombre entier simple. Il est possible de comparer une épaisseur E à la somme ou à la différence de deux autres ($E' \pm e$), toutes les fois que le rapport $\frac{E' \pm e}{E}$ est un nombre entier ou fractionnaire simple. Ceci revient à comparer deux épaisseurs fixes E, E' par l'intermédiaire d'une troisième variable, e. De plus, si cette épaisseur e est petite, de l'ordre de celle d'une lame étalon ordinaire (au-dessous de 150^{μ} par exemple), la mesure est particulièrement simple, l'emploi de l'interféromètre n'étant pas nécessaire.

» Nous nous bornerons à signaler ce qui se passe dans ce cas. Imaginons, à cet effet, que l'épaisseur E d'une lame argentée L étant à peu près la moitié, par exemple, de l'épaisseur E' d'une seconde lame L', les deux

lames L, L′ soient placées l'une à la suite de l'autre et parallèlement, et qu'un faisceau parallèle de lumière blanche les traverse successivement normalement; si après elles, et normalement au faisceau, on introduit une lame mince argentée, dite *lame étalon*, et qu'en une région traversée par le faisceau l'épaisseur en soit e telle que $2E = E' + e$, le lieu des points e sera dessiné sur la lame par une frange blanche bordée de part et d'autre de franges colorées localisées dans la lame étalon, analogues aux franges de superposition ordinaires de deux lames.

» Il est facile de se rendre un compte sommaire du phénomène : l'onde qui a subi deux doubles réflexions dans la lame L et a traversé directement L′ et l d'une part et celle qui, ayant traversé directement L, a subi une double réflexion dans chacune des deux lames L′ et l d'autre part, présentent une différence de marche nulle aux points où l'épaisseur de l est e, et des différences de marche croissant de part et d'autre de ces points; on aura donc un système à frange centrale blanche, bordée de franges colorées.

» Il est à remarquer que toute combinaison des lames entre elles, telle que la somme algébrique de leurs épaisseurs multipliées par des nombres entiers simples, soit nulle, donnera un système de franges. Ces systèmes se différencieront très facilement les uns des autres par leur aspect, pourvu que les valeurs des épaisseurs principales E, E′ soient approximativement connues. On pourra avoir ainsi les combinaisons suivantes, pour le cas particulier considéré ci-dessus :

$$2E - (E' + e) = 0, \qquad (2E + e) - E' = 0,$$
$$2E - (E' + 2e) = 0, \qquad 2(E + e) - E' = 0;$$

dans le cas où E est voisin de E′

$$E - (E' + e) = 0, \qquad E + e - E' = 0,$$
$$E - (E' + 2e) = 0, \qquad E + 2e - E' = 0.$$

» Expérimentalement, on est conduit à faire glisser normalement au faisceau une lame étalon et à déterminer son épaisseur aux points où la frange blanche apparaît, ce qui n'offre aucune difficulté et peut même être fait à l'avance (si la lame a été étalonnée). C'est par analogie avec le déplacement du cavalier d'une balance, dont la lame étalon joue le rôle, que nous proposons d'appeler cette méthode la *méthode du cavalier*. Elle permet d'opérer avec des grandeurs fixes et, par suite, très stables.

» Elle permet même de contrôler le réglage des deux lames L, L′ l'une par rapport à l'autre. Si ce réglage est parfait, la frange blanche doit rester

immobile sur la lame étalon quand on déplacera celle-ci relativement aux deux autres, sinon elle se déformera. »

OPTIQUE. — *Nouvelles lois relatives à la propagation anomale de la lumière dans les instruments d'optique*. Note de M. G. SAGNAC, présentée par M. Lippmann.

« J'ai montré (*Comptes rendus* du 22 février et du 7 mars) que, dans un instrument d'optique, les ondes lumineuses se propagent avec une vitesse constante seulement dans le cas particulier où il y a compensation mutuelle d'effets principalement dus aux irrégularités des ondes incidentes issues d'une source lumineuse étendue; en général, les ondes lumineuses issues d'une source de diamètre apparent suffisamment petit se propagent le long de l'axe d'un instrument d'optique avec une vitesse variable et oscillante dont j'ai calculé et vérifié expérimentalement les lois d'oscillation dans le cas où l'ouverture de l'instrument est circulaire.

» I. Les oscillations de la vitesse de propagation des ondes affectent des formes très diverses suivant l'étendue et la forme de la source lumineuse, suivant l'étendue et la forme de l'ouverture utile de l'instrument.

» Ces oscillations se produisent même quand l'instrument ne forme ni foyer réel ni ligne focale réelle. Elles se produisent encore sur l'axe de l'ouverture d'un diaphragme nu éclairé sans adjonction d'aucun système réfléchissant ni réfringent, par exemple sur l'axe d'une chambre noire sans objectif. Les variations de vitesse de propagation qui se produisent alors entre le diaphragme et le point à l'infini sur l'axe sont justement celles qui se produisent entre le même diaphragme associé à un système convergent et le foyer conjugué de la source produit par ce système; les points correspondants dans les deux phénomènes sont conjugués par rapport au système convergent.

» Les lois de l'oscillation de la vitesse de propagation sur l'axe d'une ouverture circulaire nue sont ainsi renfermées dans les lois plus générales relatives au cas où il y a un foyer réel sur l'axe et déjà indiquées ici (*Comptes rendus* du 22 février). Ces lois comprennent, comme un cas particulier limite, la loi, due à M. Gouy, d'après laquelle les vibrations issues d'un trou diffringent ont pris une avance anomale d'un quart de période quand elles se sont propagées assez loin du trou. Les mêmes lois montrent de plus qu'au delà du trou diffringent les vibrations prennent une série de

retards anomaux de phase alternant avec des avances et que les variations anomales de la phase se poursuivent sur une étendue généralement considérable par rapport à la longueur d'onde.

» II. M. Gouy a découvert en 1890, il a vérifié expérimentalement et M. Ch. Fabry a vérifié après lui, que la durée de propagation des ondes lumineuses est diminuée d'un quart de période quand la distance parcourue le long de l'axe d'un système convergent comprend une ligne focale.

» Les expériences de M. Gouy et de M. Ch. Fabry n'ont pas permis de constater les altérations progressives de la phase d'où doit résulter finalement l'avance d'un quart de période seule observée.

» Les phénomènes de la propagation anomale de la lumière au voisinage d'une ligne focale ayant échappé à l'observation, on a cherché à en découvrir les lois par voie théorique en assimilant une ligne focale à un axe d'oscillation (V.-A. Julius, *Arch. néerland.*, 1895, p. 226). Cette assimilation est sujette aux mêmes critiques que l'assimilation d'un foyer-image à un centre d'ébranlement faite par M. A.-V. Julius et par M. van der Waals (voir ma Note des *Comptes rendus* du 22 février).

» D'après cette théorie de M. V.-A. Julius, l'anomalie caractéristique d'une ligne focale se réduirait à une avance progressive d'un quart de période dont l'apparition serait sensible seulement au voisinage immédiat de la ligne focale sur un parcours aussi petit que la longueur d'onde.

» J'ai trouvé, au contraire, en étudiant la phase des vibrations diffractées sur l'axe d'un instrument d'optique, qu'il se produit une série de retards de phase alternant avec des avances. Ces anomalies oscillantes de la phase se développent de part et d'autre de la ligne focale jusqu'à des distances d'un nombre considérable de longueurs d'onde et aussi loin qu'on veut à mesure que l'on diminue le diamètre apparent de la source, la complexité de ses radiations et l'ouverture angulaire de l'instrument; il n'y a pas d'anomalie sensible de la phase dans un parcours comparable à la longueur d'onde au voisinage immédiat de la ligne focale.

» Soit le cas particulier où l'ouverture du diaphragme est un rectangle dont un côté de longueur H est parallèle à la ligne focale; où la source est une fente éclairante de longueur l orientée parallèlement à la ligne focale et placée à une distance d du diaphragme de sorte que la longueur $\frac{lH}{d}$ renferme un grand nombre de longueurs d'onde. La plus grande amplitude d'oscillation anomale de la phase est alors une avance progressive dont la

valeur est 0,335 en fraction de période; cette avance est prise dans une région qui comprend la ligne focale et par moitié; soit 0,167 en fraction de période, de chaque côté de la ligne focale. L'écart anomal de phase qui précède et celui qui suit sont chacun un retard de 0,076 en fraction de période, ensuite vient une avance anomale plus petite (0,061) et des retards et avances progressivement décroissants des deux côtés de la ligne focale. L'influence des irrégularités des ondes incidentes dues principalement à la largeur appréciable de la fente éclairante, les défauts de réglage et les irrégularités de l'instrument font décroître plus rapidement ces oscillations successives de la phase jusqu'à les effacer et ne laisser subsister à une distance suffisamment grande de la ligne focale que la propagation à vitesse constante avec l'avance anomale définitive d'un quart de période découverte par M. Gouy.

» Dans les conditions indiquées, les lois des oscillations anomales de la phase sont les mêmes quand, au lieu d'une *ligne focale,* l'instrument produit un *foyer* conjugué de chaque point de la source; par exemple, il est indifférent de placer derrière le diaphragme rectangulaire soit une lentille cylindrique de génératrices parallèles au côté H du diaphragme, soit une lentille sphérique qui produit l'image de la fente éclairante au même point de l'axe. »

ÉLECTRICITÉ. — *Sur la valeur de l'énergie mise en jeu dans une antenne réceptrice à différentes distances.* Note de M. C. **Tissot**, présentée par M. Lippmann.

« En apportant quelques perfectionnements aux dispositifs que nous avons signalés (¹), nous avons réussi à obtenir un bolomètre, détecteur d'ondes électriques, d'une sensibilité notablement plus grande que celle de l'appareil que nous avons employé.

» Les principaux perfectionnements ont consisté à remplacer le fil de 20^{μ} à 25^{μ} par du fil de 10^{μ} à 12^{μ} de diamètre, et à disposer les branches bolométriques dans une enceinte à vide qui les isole parfaitement au point de vue thermique. La sensibilité de l'appareil a permis de substituer au galvanomètre Broca-Carpentier un galvanomètre d'Arsonval de sensibilité moyenne bien moins délicat.

» On peut aisément obtenir, avec ce dernier galvanomètre, des déviations d'une

(¹) *Comptes rendus,* 9 février et 23 novembre 1903.

centaine de divisions (divisions de 1^{mm}, échelle à 1^{m}) pour des émissions faites à une dizaine de kilomètres de distance. L'amortissement notable du galvanomètre rend les mesures très faciles et en accroît la précision.

» Les émissions que nous avons comparées étaient produites par système direct. On s'attachait à maintenir aussi invariables que possible les conditions de l'émission : wattage du courant d'excitation, longueur de l'étincelle, vitesse de l'interrupteur.

» Les observations se composaient de séries d'émissions suffisamment prolongées pour donner un régime permanent dans le bolomètre, c'est-à-dire une déviation fixe du galvanomètre du pont. Les moyennes que nous avons acceptées portent sur une trentaine d'observations d'émissions consécutives et les valeurs individuelles ne s'écartent pas de plus de 2 pour 100 les unes des autres.

» 1° *Comparaison d'émissions à différentes distances.* — Cette comparaison a pu être faite à l'aide d'un poste installé sur un bâtiment qui occupait divers mouillages. Les antennes d'émission et de réception, sensiblement identiques de forme et de longueur, étaient multiples (à 4 branches parallèles) et avaient environ 55^{m} de longueur.

» Les étincelles d'émission avaient une longueur de 5^{cm}. Le poste mobile se trouvant à la distance de 8900^{m}, on obtenait une déviation moyenne et permanente de 40 divisions du galvanomètre pour un courant total de 27,5 milli-ampères dans le pont.

» A la distance de 1150^{m}, et pour des émissions identiques, on obtenait la même déviation moyenne de 40 divisions en réduisant la valeur du courant total à 0,45 milli-ampère.

» Les déviations se trouvant ainsi ramenées dans l'observation à la même valeur, le rapport des sensibilités du bolomètre, qui est égal à $\frac{27,5}{0,45} = 61$, représente aussi le rapport des quantités moyennes d'énergie reçue.

» L'énergie reçue à 1150^{m} est donc 61 fois plus grande qu'à 8900^{m}. Or, on peut remarquer que le rapport des distances $\frac{8900}{1150} = 7,75$, nombre dont le carré est égal à 60.

» L'énergie reçue varie donc bien vraisemblablement en raison inverse du carré des distances.

» 2° *Valeur absolue de l'énergie mise en jeu dans le bolomètre.* — Le bolomètre utilisé est disposé schématiquement comme l'appareil de Rubens, c'est-à-dire que chacune des branches de fil fin est constituée par un système de quatre fils rectilignes formant un pont de Wheatstone p.

» L'antenne et la terre sont reliées respectivement aux extrémités de l'une des diagonales de ce pont p, tandis que l'autre diagonale est reliée au pont principal P.

» Cette disposition un peu compliquée et que nous avons abandonnée avec avantage dans les appareils sensibles dont il a été question ci-dessus, devient indispensable pour obtenir une mesure précise en valeur absolue.

» Le procédé employé pour opérer la mesure consiste, en effet, à enregistrer la déviation permanente du galvanomètre du pont principal P sous l'action des ondes reçues, puis à remplacer l'antenne et la terre par les pôles d'une source électrique convenable capable de fournir dans le pont p un courant continu donnant la même déviation au galvanomètre du pont principal.

» Le succès de la méthode repose uniquement sur l'équilibre parfait du pont p. Il faut, en effet, que le déréglage de l'équilibre du pont P soit produit uniquement par l'effet thermique développé dans le pont p. Aussi a-t-on ajouté à ce pont p un dispositif de réglage très précis, sorte de petit pont à corde constitué par un gros fil à faible coefficient de variation, qui permet de réaliser exactement les conditions voulues.

» On s'aperçoit que ces conditions sont réalisées lorsque les déviations du galvanomètre du pont P sont égales et de même sens quand on inverse le courant auxiliaire dans le pont p.

» Les mesures ont été opérées à la distance de 1150^{m} dans les conditions précédemment énoncées, c'est-à-dire avec étincelles de 5^{cm}.

» La déviation moyenne du galvanomètre sous l'effet des émissions était de 65,5 divisions.

» La même déviation de 65,5 divisions était produite par un courant continu de 8,29 milli-ampères dans le pont p (valeur mesurée directement). On peut en inférer que l'effet thermique produit dans le bolomètre par un courant continu de 8,29 milli-ampères est le même que celui qui est dû au courant induit reçu par l'antenne.

» Le nombre des interruptions était en moyenne de 12 à la seconde.

» La valeur de ce qu'on peut appeler l'*intensité efficace* du courant reçu par l'antenne pour une émission unique serait égale, dans les conditions de l'expérience, à 0,69 milli-ampère. Comme la résistance de la branche du bolomètre, c'est-à-dire la résistance réduite du pont p, est de $17^{\omega},5$, la quantité d'énergie mise en jeu dans le bolomètre est équivalente à

$$\frac{17,5 . \overline{0,69}^2}{10^6} = \frac{8,3}{106} \text{ joules par seconde.}$$

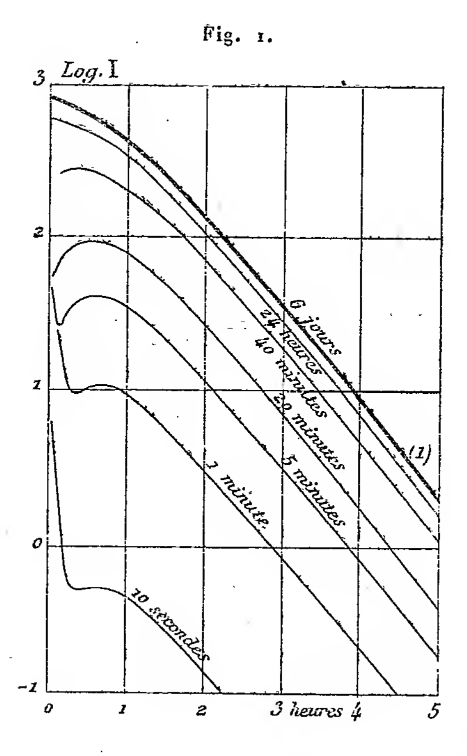
» La puissance est beaucoup plus considérable, car la durée totale de l'oscillation amortie qui prend naissance dans l'antenne réceptrice est comprise entre 10^{-5} et 10^{-6} seconde.

» Les déterminations de période que nous avons faites au miroir tournant permettent d'ailleurs d'en fixer assez approximativement la valeur. »

RADIOACTIVITÉ. — *Sur la disparition de la radioactivité induite par le radium sur les corps solides.* Note de MM. **P. Curie** et **J. Danne**, présentée par M. A. Potier.

« Dans un travail antérieur ([1]) nous avons étudié la loi suivant laquelle diminue en fonction du temps le rayonnement de Becquerel d'un corps solide qui a été exposé pendant un certain temps à l'émanation du radium. La figure reproduite ici (*fig.* 1) donne le résultat des expériences. Le

Fig. 1.



logarithme de l'intensité I du rayonnement est porté en ordonnée; le temps porté en abscisse est compté à partir du moment où la lame est soustraite à l'action de l'émanation. Les temps pendant lesquels les corps solides sont

([1]) *Comptes rendus*, 9 février 1903.

restés sous l'action de l'émanation sont inscrits sur chaque courbe. La courbe (1) est la courbe limite que l'on obtient lorsque le corps a été soumis pendant très longtemps à l'action de l'émanation. Nous avons trouvé que dans ce cas l'intensité I du rayonnement pendant que la lame se désactive est donnée en fonction du temps t par la différence de deux exponentielles. On a

$$I = I_0[-(k-1)e^{-bt} + ke^{-ct}] \tag{1}$$

avec $k = 4,2$, $b = 0,000538 = \frac{1}{1860}$; $c = 0,000413 = \frac{1}{2420}$.

» On peut interpréter théoriquement ces résultats en adoptant la manière de voir de M. Rutherford et en imaginant que l'émanation agit sur les parois solides de façon à créer une substance radioactive B qui disparaît spontanément suivant une loi exponentielle simple de coefficient b. En disparaissant la substance B donne naissance à une nouvelle substance radioactive C qui disparaît elle-même, suivant une loi exponentielle simple du coefficient c. Si l'on admet que les deux substances B et C émettent des rayons de Becquerel on trouve que le rayonnement total doit être de la forme (1). La valeur du coefficient k dépend du rapport des pouvoirs émissifs des substances B et C en rayons de Becquerel.

» Dans le cas particulier où l'on suppose que la substance C rayonne seule, on trouve que l'on doit avoir $K = \frac{b}{b-c} = \frac{0,000538}{0,000538 - 0,000413} = 4,3$. L'expérience ayant donné 4,2 pour ce coefficient K, il y a là une coïncidence remarquable, et l'on voit que tout se passe comme si la substance B ne rayonnait pas, mais se transformait en une substance C qui seule émet des rayons de Becquerel.

» Il convient de remarquer que lorsque l'on a $K = \frac{b}{b-c}$, la formule (1) est symétrique par rapport à b et c. On peut donc intervertir les valeurs de b et de c sans changer la formule. On peut donc faire l'hypothèse I avec $b = 0,000538$ et $c = 0,000413$ ou l'hypothèse II avec $b = 0,000413$ et $c = 0,000538$; la loi de désactivation sera également bien représentée dans les deux cas.

» Dans la première hypothèse ($b > c$), la substance B inactive disparaît plus rapidement que la substance C; quelques heures après le début de la désactivation, la substance C subsiste seule à la surface du corps. Dans la deuxième hypothèse ($b < c$) la substance B se détruit plus lentement que C, mais, comme elle entretient C, les deux substances disparaissent en même

temps pendant la désactivation et le mélange subsiste jusqu'à ce que toute activité ait disparu. Pour décider entre les deux hypothèses il faut étudier d'autres phénomènes, tels que ceux de la distillation de l'activité par échauffement des corps activés. Les expériences que nous publierons prochainement sont en accord avec la première hypothèse. La substance B inactive est celle qui disparaît le plus vite.

» On peut étendre la théorie précédente en cherchant quelle est la loi de désactivation d'une paroi solide qui a été soumise pendant un temps déterminé θ à l'action de l'émanation du radium. On trouve que l'on doit avoir :

$$(2) \qquad I = I_0\left[-\frac{c}{b-c}(1-e^{-b\theta})e^{-bt} + \frac{b}{b-c}(1-e^{-c\theta})e^{-ct}\right].$$

» La formule (2) ne rend pas compte de la première baisse de l'intensité du rayonnement qui se produit pendant les premières minutes de la désactivation, après activation de courte durée. En revanche, à partir de 20 minutes après le début de la désactivation et jusqu'à la fin, le rayonnement trouvé par l'expérience est parfaitement représenté par cette formule ([1]). En particulier on retrouve en place sur l'échelle des temps le maximum de l'intensité du rayonnement qui se produit pendant la désactivation.

» Pour retrouver toutes les particularités des courbes de désactivation il est nécessaire d'avoir recours à trois substances distinctes. On peut supposer par exemple que l'émanation crée une première substance A qui disparaît rapidement suivant une loi exponentielle simple de coefficient a en se transformant dans la substance B qui se transforme à son tour en C. On explique convenablement les résultats en supposant que A et C émettent des rayons de Becquerel et que B n'en émet pas. L'intensité du rayonnement est alors donnée pendant la désactivation, par la formule

$$I = I_0\left[\lambda(1-e^{-a\theta})e^{-at} - \frac{c}{(b-c)}\frac{a}{(a-b)}(1-e^{-b\theta})e^{-bt} + \frac{b}{(b-c)}\frac{a}{(a-c)}(1-e^{-c\theta})e^{-ct}\right],$$

θ représentant la durée d'action de l'émanation, avec $\lambda = 0{,}57$, $a = 0{,}0045$, $b = 0{,}000538$, $c = 0{,}000413$. Le temps nécessaire pour que la quantité de

([1]) La quantité d'émanation qui a servi à activer les corps n'était malheureusement pas la même dans les diverses expériences; il en résulte que l'on peut seulement retrouver la forme des courbes et non leur position exacte sur l'échelle des ordonnées. De nouvelles expériences seraient utiles.

chaque substance ait diminué de moitié est de 2,6 minutes environ pour la substance A, de 21 minutes pour la substance B et de 28 minutes pour la substance C. Ces temps sont caractéristiques pour ces trois substances. »

OPTIQUE. — *Sur le pouvoir rotatoire naturel de certains corps pour les rayons* N. Note de M. **H. Bagard**, présentée par M. A. Haller.

« Dans une Note présentée récemment à l'Académie (séance du 29 février 1904), je faisais connaître les premiers résultats que j'avais obtenus relativement à la polarisation rotatoire magnétique des rayons N. La méthode que j'ai décrite se prêtait naturellement aussi à la recherche du pouvoir rotatoire naturel, pour les rayons N, des substances actives pour la lumière ordinaire.

» Je me bornerai à donner ici quelques exemples pris parmi les nombreuses observations que j'ai déjà pu faire à ce sujet et relatifs à une solution de sucre de canne, à une essence de térébenthine et à une solution d'acide tartrique.

» Les épaisseurs indiquées plus loin, sous lesquelles j'ai fait traverser ces liquides par les rayons N, ont été choisies, dans ces cas particuliers, de façon que les rotations soient des fractions de tour complet seulement; j'emploierai, pour désigner les faisceaux de rayons N, les numéros d'ordre dont j'ai déjà fait usage dans ma Note précédente.

» Une dissolution de sucre de canne contenant $16^{g},19$ de substance dissoute dans 100^{cm^3} de la dissolution et donnant une rotation droite de $21^{\circ}17'$ sous l'épaisseur de 20^{cm}, en lumière jaune, m'a donné, pour les rayons N, les rotations droites suivantes sous les trois épaisseurs de $0^{mm},55$, $0^{mm},8$ et $1^{mm},6$.

Numéros d'ordre des faisceaux de rayons N.	I.	II.	III.	IV.	V.	VI.	VII.	VIII.
Indices de réfraction de l'aluminium	1,04	1,19	1,29	1,36	1,40	1,48	1,68	1,65
Longueurs d'onde (d'après M. Blondlot)	$0^{\mu},00815$	$0^{\mu},0099$	»	»	$0^{\mu},0117$	»	$0^{\mu},0146$	$0^{\mu},0176$
Rotations observées (Moyennes).								
1° Sous l'épaisseur de $0^{mm},55$	$49^{\circ}.45'$	47°	$38^{\circ}.15'$	39°	$32^{\circ}.30'$	$29^{\circ}.15'$	23°	11°
2° Sous l'épaisseur de $0^{mm},8$	61.45	60.15'	54	53.30'	46	41.30	29.30'	19
3° Sous l'épaisseur de $1^{mm},6$	124	107	95.45	88.15	74.30	73	58.30	42.15'

» Les valeurs rapportées dans ce Tableau sont les moyennes de nom-

breuses mesures; avec le degré d'approximation qu'on peut espérer ici, étant donnée la difficulté particulière des observations dans certains cas, ces nombres montrent que la rotation varie bien proportionnellement à l'épaisseur du liquide actif.

» Voici maintenant des rotations gauches, obtenues avec une épaisseur de $0^{mm},55$ d'essence de térébenthine; ce liquide donnait, en lumière jaune, une rotation gauche de 51°53′ sous l'épaisseur de 20^{cm} :

Numéros d'ordre des faisceaux de rayons N........	I.	II.	III.	IV.	V.	VI.	VII.	VIII.
Rotations observées (moyennes).........	84°45′	63°15′	49°	38°30′	32°45	19°15′	9°15′	7°15′

» Pour la solution de sucre précédente, ainsi que pour cette essence de térébenthine, on voit que la dispersion rotatoire est normale, c'est-à-dire que la rotation varie en sens inverse de la longueur d'onde.

» Avec des solutions aqueuses d'acide tartrique, qui produisent des rotations *droites* pour la lumière ordinaire, j'ai obtenu des rotations *gauches* pour les rayons N. Ce fait, que j'ai vérifié pour des solutions de diverses concentrations, prises sous différentes épaisseurs, est bien d'accord avec ce que l'on pouvait prévoir, d'après le maximum bien connu que présente le pouvoir rotatoire de ces dissolutions dans la partie visible du spectre.

» Voici, par exemple, les rotations gauches obtenues avec une épaisseur de $0^{mm},55$ d'une dissolution de 20^g d'acide tartrique dans 100^g d'eau; cette même dissolution donnait une rotation droite de 4°42′ sous l'épaisseur de 20^{cm}, en lumière jaune :

Numéros d'ordre des faisceaux de rayons N.......	I.	II.	III.	IV.	V.	VI.	VII.	VIII.
Rotations gauches observées (moyennes)...	138°	124°45′	94°30′	76°	58°	47°45′	37°	29°30′

» Les résultats précédents donneront une idée suffisante de l'ordre de grandeur du phénomène, que je me propose d'étudier, avec les différentes substances actives et pour les diverses espèces de rayons N découvertes par M. Blondlot.

» On voit par les rotations indiquées plus haut que le pouvoir rotatoire d'une dissolution de sucre, par exemple, pour le faisceau I de rayons N (indice 1,04, longueur d'onde $0^{\mu},00815$) est plus de 700 *fois plus grand* que pour la lumière jaune.

» Avec les nouveaux rayons (N et N_1) récemment découverts par M. Blondlot, tout porte à croire, d'après les valeurs plus petites encore

des longueurs d'onde, que le pouvoir rotatoire deviendra *des milliers de fois plus grand* que pour la lumière ordinaire. »

MÉTÉOROLOGIE. — *Le cercle de Bishop de* 1902-1904.
Note de M. F.-A. **Forel**.

« Ma Note du 10 août 1903 a introduit devant l'Académie la réapparition du *cercle de Bishop*, couronne circumsolaire, cercle de diffraction causé par des poussières volcaniques lancées dans la haute atmosphère; j'ai attribué le phénomène aux éruptions, riches en cendres, des volcans de la Martinique en mai 1902. Cette Note a provoqué le rappel d'observations antérieures venant de divers pays.

» M. T.-W. Backhouse, de Sunderland, Angleterre, a déjà vu le cercle de Bishop en juillet 1902; le Dr Clayton, observatoire des Blue-Hills, Massachusetts, l'a reconnu au début de l'hiver 1902-1903 et ensuite en janvier, février, mai, juin et juillet 1903; le Dr Busch à Arnsberg, Westphalie, l'a noté pour la première fois le 19 novembre 1902, puis les 21 et 22 mars 1903; le Professeur Max Wolf, observatoire d'Heidelberg, l'a reconnu en janvier 1903; le Dr J. Mauver, Institut météorologique de Zurich, en janvier, les 27 et 28 mars, les 7, 8 et 9 juin et fin juillet 1903; dans les Notes du Professeur Rykartheff, observatoire de Pavlosk, je trouve indiqué un voile opalin autour du soleil, les 5 octobre, 9 novembre 1902, 21 janvier, 10, 18, 23 février, 17 mars, 5 avril, 25 mai, 26 juillet 1903; enfin le 26 juillet, le cercle de Bishop a été vu par le Dr Arnold à Lucerne, le Dr Albrecht à Frauenfeld, C. Bühver à Clarens, Rykatcheff à Saint-Pétersbourg, F.-A. Forel à Hoh Königsburg, Alsace.

» En réunissant ces diverses dates, on peut conclure que le cercle de Bishop aurait été d'apparition très fréquente depuis l'automne 1902; mais l'attention n'ayant pas été dirigée sur ce phénomène, l'observation n'a pas été assez suivie pour que nous puissions affirmer que l'apparition a été continue.

» En revanche, depuis le 1er août 1903, j'ai soigneusement noté toutes les observations possibles du phénomène et je puis affirmer que le cercle de Bishop a été d'apparition continue. Chaque jour où le ciel a été serein, chaque fois que quelques trous dans les nuages à distance convenable du Soleil ont permis de reconnaître la couleur du firmament, j'ai constaté l'existence du phénomène, la présence de la large couronne rougeâtre-cuivrée, de 23° environ de rayon, entourant un limbe d'argent bleuté circumsolaire. Cette observation faite en plaine a été vingt fois confirmée par moi ou par mes collègues dans des ascensions en montagne où le phéno-

mène est plus brillant et plus facile à constater; elle a été confirmée dans tous les pays de l'Europe et de l'Amérique du Nord.

» Cette constatation est importante; car, ainsi que je le signalais dans ma Note du 10 août, elle sépare nettement le cercle de Bishop de 1903 des phénomènes crépusculaires anormaux de 1902-1903. Ces derniers ont été discontinus, interrompus, apparaissant pendant quelques jours seulement à des semaines ou des mois d'intervalle. En les attribuant, eux aussi, à des cendres volcaniques en suspension dans la haute atmosphère, j'ai dû admettre que ces cendres forment des nuages discrets et séparés, transportés successivement par les courants supérieurs sur les divers pays de notre hémisphère. En opposition à cette discontinuité des feux crépusculaires, la continuité d'apparition du cercle de Bishop doit s'expliquer par l'existence d'un nuage non interrompu de cendres volcaniques dans la haute atmosphère, formant un anneau complet, une espèce d'anneau de Saturne autour de notre planète. Cette conclusion, d'un haut intérêt, justifiera la poursuite de l'observation du phénomène.

» Nous savons que le premier cercle de Bishop, celui de Krakatoa, a persisté pendant trois ans; nous l'avons encore observé en juillet 1886. Il sera intéressant de surveiller la disparition du cercle de Bishop actuel, celui des poussières volcaniques de la Martinique; avec un peu d'attention on pourra peut-être surprendre son extinction: qu'elle se fasse par rupture de l'anneau de poussières et sa division en nuages isolés, qu'elle ait lieu par atténuation progressive des teintes anormales, montrant que les poussières se sont dispersées dans l'espace, ou sont tombées sur la terre.

» La réapparition que nous avions prévue et annoncée de ce cercle de Bishop consécutif aux éruptions de la Martinique, confirmant l'attribution de sa première apparition aux cendres du Krakatoa, montre qu'il y a rapport de cause à effet entre les deux phénomènes, poussières volcaniques et cercle de diffraction. Par conséquent, lorsque surviendra une nouvelle éruption volcanique, avec projection abondante de cendres dans les hautes couches de l'atmosphère, on pourra s'attendre à la reproduction d'un troisième cercle de Bishop, et l'on devra étudier son apparition avec plus d'attention que nous ne l'avons fait dans les deux premières manifestations, pour en tirer, si possible, des conclusions sur la circulation des couches de la haute atmosphère.

» Cela m'engage à recommander l'étude du cercle de Bishop actuel aux amis de la nature. Le phénomène, nous l'avons dit, est plus évident et mieux apparent dans les hautes altitudes, dans l'air des régions à 1000^m

ou 2000^m au-dessus des poussières de la plaine. Mais avec de l'attention, on l'observe de la plaine, et actuellement j'en constate l'existence de ma résidence de Morges, au bord du Léman, à 380^m d'altitude, presque aussi bien que si je vivais sur une haute montagne. En plaine, les conditions de vision du cercle de Bishop peuvent se décrire comme suit :

» 1° Il est d'autant plus apparent que le Soleil est plus haut sur l'horizon; quand l'astre est trop bas il y a confusion possible avec d'autres phénomènes de diffraction ou de dispersion sur les poussières des couches inférieures de l'atmosphère.

» 2° Quand le ciel est serein, le phénomène se présente sous forme d'un voile opalin qui blanchit l'azur du firmament jusqu'à 25° ou 30° du Soleil.

» 3° Dans le cas de limpidité extraordinaire de l'air, lorsque l'atmosphère, lavée par la pluie ou la neige, a été débarrassée de ses poussières éoliennes, le rouge cuivré du cercle de Bishop peut être vu de la plaine. J'en ai de bonnes observations.

» 4° Quand il y a des trous dans les nuages, près du Soleil, le bleu du ciel y apparaît gris, couleur nuage de neige. A mesure que le vent déplace ces trous et les amène près du Soleil d'abord, puis loin de lui, on voit l'azur se changer en gris, puis redevenir de l'azur.

» Rappelons que le cercle de Bishop n'apparaît que lorsque le Soleil est masqué par un écran éloigné, haute tour, montagne, nuage opaque; quand l'écran est trop rapproché de l'œil, celui-ci, accommodé pour une faible distance, ne distingue plus les nuances très pâles du cercle de Bishop qui aurait demandé une accommodation à une distance infinie. »

PHYSICOCHIMIE. — *Démonstrations simples de la règle des phases.* Note de M. A. **Ponsot**, présentée par M. Lippmann.

« Il me paraît utile de donner ces démonstrations en raison de leur simplicité (¹).

» 1° Soit un mélange homogène de n composants indépendants formant une phase en équilibre sous la pression P et à la température T.

» Pour que cette phase soit bien définie, il faut qu'elle soit en équilibre, il faut connaître son état physique, solide, liquide ou gazeux, donner la

---

(¹) On pourra comparer la première avec celle donnée par M. Le Chatelier (*R. g. des Sciences*, 30 octobre 1899), la deuxième avec celles de M. Labrouste (*Bulletin scientifique des Élèves et anciens Élèves de la Faculté des Sciences*, 1902), et de M. Perrin (*Les Principes*, 1903); la troisième à celle de Gibbs (*Équilibre des systèmes chimiques*, trad. H. Le Chatelier).

grandeur de P et de T, et, pour $n-1$ composants, le rapport de la masse de chacun d'eux à celle du $n^{\text{ième}}$ prise pour unité. Il faut fixer la grandeur de $n+1$ variables : la variance de la phase est $n+1$.

» Parmi les grandeurs caractéristiques de l'un des composants de la phase, je considérerai la tension $\mathcal{F}$ de la vapeur que ce composant peut émettre dans le vide ou dans un gaz, à travers une paroi semi-perméable en contact avec la phase, ou bien la pression osmotique Π qu'il peut établir seul, dans un milieu fluide en rapport osmotique avec la phase, ou même simplement l'accroissement de pression qu'il peut donner à ce fluide enfermé dans une paroi semi-perméable inextensible, avec un état initial bien déterminé. Chacune de ces grandeurs est fixée par celles des $n+1$ variables : c'est une fonction de ces variables.

» Soient deux phases 1.2. de ces n composants indépendants $a, b, c, \ldots, n$, en contact. Pour qu'il y ait équilibre entre les deux phases, il faut que P et T soient communes à ces deux phases, et que pour chacun des n composants $\mathcal{F}$ ou Π ait la même valeur dans les deux phases. Les égalités

$$\mathcal{F}_1^a = \mathcal{F}_2^a, \qquad \mathcal{F}_1^b = \mathcal{F}_2^b, \qquad \ldots, \qquad \mathcal{F}_1^n = \mathcal{F}_2^n$$

sont les n équations conditionnelles de l'équilibre. Comme la deuxième phase a apporté $n-1$ variables nouvelles, il en résulte que la variance a diminué de 1, elle est devenue n.

» La variance de deux phases de n composants est égale au nombre de ces composants.

» L'addition d'une troisième phase en équilibre avec les deux premières ajoute également $n-1$ variables nouvelles, et n équations, de plus

$$\mathcal{F}_2^a = \mathcal{F}_3^a, \qquad \mathcal{F}_2^b = \mathcal{F}_3^b, \qquad \ldots, \qquad \mathcal{F}_2^n = \mathcal{F}_3^n.$$

L'addition d'une phase diminue toujours d'une unité la variance.

» Le nombre de phases r et la variance φ ont donc une somme constante donnée dans le cas d'une phase par $n+2$, d'où

$$\varphi = n + 2 - r \qquad \text{(notation de Gibbs).}$$

» Il y a lieu de remarquer, dans ce raisonnement, que si l'un des composants manquait dans une phase, cela supprimerait une variable et une équation, et, par suite, cela ne changerait pas la variance.

» Les n équations d'équilibre sont nécessaires : l'égalité des tensions de

vapeur de chacun des $n - 1$ composants n'entraînant pas nécessairement celle des tensions du $n^{\text{ième}}$.

» Elles sont suffisantes; quelles que soient les actions chimiques qui ont pu se produire entre les composants indépendants, les corps nouveaux sont nécessairement en équilibre d'une phase à l'autre où se trouvent leurs composants, puisqu'ils sont en équilibre avec ces composants.

» Généralisons : n composants dans r phases donnent $2 + r(n - 1)$ variables et $n(r - 1)$ équations d'équilibre, d'où la variance $n + 2 - r$.

» 2° Une phase en équilibre peut être définie par les concentrations en volume de ses n composants et la température T; sa variance est $n + 1$.

» Une deuxième phase en équilibre avec la première apportera n variables nouvelles; les équations d'équilibre seront au nombre de n pour les tensions $\mathcal{F}$; il faudra, en outre, l'équation $P_1 = P_2$, d'où $n + 1$ équations. La variance aura diminué de 1 et sera devenue n, ...

» Généralisons : n composants dans r phases donnent $1 + nr$ variables et $(r - 1)(n + 1)$ équations d'équilibre déterminant la variance $n + 2 - r$.

» Les équations conditionnelles de l'équilibre sont toutes nécessaires : cela est évident pour les pressions P, et il y a la même raison que plus haut pour les tensions $\mathcal{F}$.

» A remarquer que la variable indépendante T peut être remplacée par P, et l'on aura comme équation conditionnelle de l'équilibre $T_1 = T_2$, ...

» 3° Une phase peut encore être définie par les valeurs $\mathcal{F}$ de ses n composants et la température T, à la condition d'indiquer son état physique, solide, liquide ou gazeux; afin qu'il n'y ait pas d'ambiguïté dans quelques cas, il faudra donner l'ordre de grandeur des rapports des masses des composants indépendants à celle de l'un d'entre eux (comme par exemple dans le cas des deux phases liquides données par l'eau et l'éther).

» La variance de la phase est $n + 1$. Ses variables seront communes à toutes les phases en équilibre avec celle-là; leur nombre sera toujours $n + 1$; les équations conditionnelles de l'équilibre concerneront seulement les pressions des phases $P_1 = P_2$, $P_2 = P_3$, ...; il y aura $r - 1$ équations, d'où la variance

$$n + 1 - (r - 1) = n + 2 - r.$$

» Même remarque que pour la démonstration précédente.

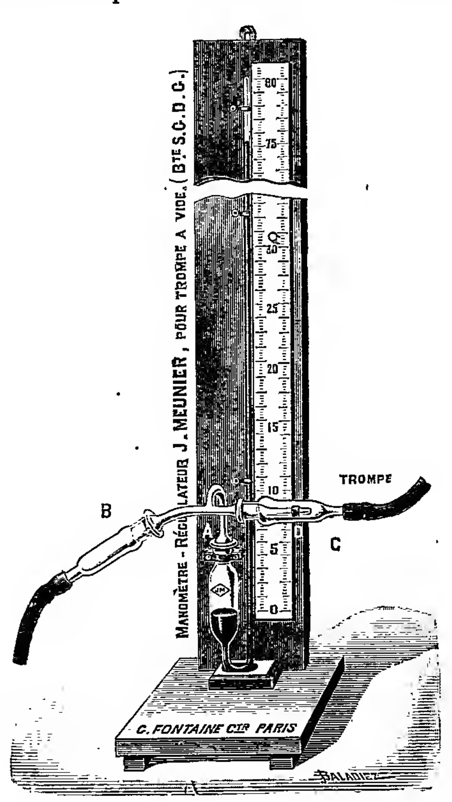
» Dans les trois démonstrations données, on peut supposer qu'on ajoute un corps nouveau au système de phases en équilibre; il sera facile de

montrer que la variance du système aura augmenté de 1. De même, si l'on ajoute à P, T un autre facteur de l'équilibre.

» J'espère que ces démonstrations simples pourront être introduites dans l'enseignement élémentaire des Sciences physiques. »

CHIMIE. — *Sur un appareil destiné à régulariser le fonctionnement des trompes à vide.* Note de M. J. MEUNIER, présentée par M. Troost.

» J'ai l'honneur de présenter à l'Académie un appareil destiné à régulariser le fonctionnement des trompes à vide. On sait qu'à côté de tous leurs avantages ces trompes ont l'inconvénient de se remplir d'eau quand on ouvre quelque autre robinet placé sur la conduite d'eau qui les alimente et



que, par suite, les opérations effectuées dans le vide sont délicates et réclament une surveillance continuelle. L'appareil figuré ici permet de les effectuer avec une grande sécurité, même sur les canalisations d'eau les plus irrégulières.

» Il se compose d'une pièce de verre à trois branches, dont la tubulure A s'adapte à l'ouverture d'un baromètre à siphon. La branche B sert à le relier au récipient où l'on fait le vide et la branche C à la trompe. Dans cette dernière branche on a soufflé en D un petit orifice qui est recouvert d'un bandeau de caoutchouc. Quand la trompe fait le vide dans la tubulure C, l'air du récipient soulève le bandeau D et s'échappe par la trompe. Si le débit de l'eau faiblit ou si l'on ferme le robinet de la trompe, la pression atmosphérique applique le bandeau contre l'orifice et l'appareil se ferme ainsi automatiquement en conservant la pression acquise, comme l'indique le baromètre.

» Le montage de l'appareil n'exige qu'un instant, de même que le démontage. Pour effectuer ce dernier, on ferme le robinet de la trompe et, la pression atmosphérique étant rétablie dans la tubulure C, on enlève celle-ci sans effort. Pour rétablir la pression atmosphérique dans le récipient, on agit légèrement sur le bandeau.

» Avec une trompe de verre petit modèle, sans robinet, placée sur une canalisation domestique, on peut en 2 ou 3 minutes réduire la pression jusqu'à 12^{mm} de mercure dans un récipient d'environ 1^{l}. Si l'on emploie des récipients plus volumineux, il est clair que l'on peut abréger l'opération en employant d'abord une pompe à vide. Dans le cas où un vide trop grand est nuisible à l'opération, à la distillation par exemple, on ferme plus ou moins le robinet de la conduite d'eau, l'aspiration devient plus faible ou nulle et l'opération se règle ainsi facilement. »

CHIMIE MINÉRALE. — *Action de l'acide carbonique sur les solutions d'azotite de sodium.* Note de MM. **C. Marie** et **R. Marquis**, présentée par M. Moissan.

« Dans une Note récente (*Comptes rendus*, 22 février 1904), M. L. Meunier maintient ses conclusions relatives au non déplacement de l'acide azoteux par l'acide carbonique.

» Contre cette manière de voir, que nous avons déjà discutée antérieurement (*Comptes rendus*, 8 février 1904), nous apportons aujourd'hui deux séries d'arguments, tant théoriques qu'expérimentaux, que nous estimons de nature à clore définitivement la discussion.

» 1° Expériences. — Nous avons employé l'acide carbonique dégagé du bicarbonate de sodium modérément chauffé. D'autre part, M. Meunier ayant attribué les résultats observés par nous au réactif employé (iodure de potassium et amidon), nous utiliserons dans ce qui suit un réactif *direct* et beaucoup plus sensible de l'acide azoteux, constitué par une solution dans l'eau d'un mélange de β-naphtylamine et d'acide sulfanilique, solution que l'on décolore au besoin par un peu de poudre de zinc. Ce réactif se

colore en rouge orangé par une trace d'acide azoteux et précipite des flocons rouges de matière colorante azoïque si l'acide azoteux est ajouté en plus grande quantité.

» I. Une solution d'azotite de sodium à 5 pour 100 dans l'eau *bouillie* ne donne rien avec ce réactif.

» II. La même solution dans laquelle on a fait passer quelques bulles d'acide carbonique, colore immédiatement le réactif en rouge orangé. Si l'acide carbonique est ajouté en plus grande quantité, on observe un précipité rouge de colorant azoïque.

» III. *Un papier imbibé de réactif* se colore nettement et immédiatement en rose orangé par une goutte de solution d'azotite de sodium à 5 pour 100, saturée d'acide carbonique.

» IV. Un courant d'acide carbonique, lavé à l'eau distillée, barbote dans une solution concentrée d'azotite de sodium. Le gaz, filtré sur de l'ouate hydrophile, est dirigé dans le réactif. Celui-ci, au bout de quelques minutes, se colore en rouge orangé, puis laisse précipiter des flocons rouges de colorant azoïque. Un essai à blanc, longtemps prolongé, ne provoque qu'une très légère coloration *rose franc,* imputable à une faible oxydation du réactif, mais pas de précipité.

» Cette expérience est absolument décisive, le réactif ne pouvant donner de colorant azoïque que sous la seule influence de l'acide azoteux.

» 2° Remarques théoriques. — La présence d'acide azoteux libre au sein d'une solution d'azotite contenant de l'acide carbonique est d'ailleurs un fait normal.

» En effet, la caractéristique d'une solution d'acide azoteux est la coexistence, dans cette solution, des ions NO^2 d'une part, H de l'autre. Or, si à une solution de NO^2Na, contenant déjà les ions NO^2 et Na, nous ajoutons une solution d'acide carbonique, nous ajouterons de ce fait les ions correspondant à cet acide, c'est-à-dire les ions CO^3H et H (en admettant que la dissociation se fasse suivant l'équation $CO^3H^2 \rightleftarrows H + CO^3H$).

» A partir de ce moment, la solution contient donc des ions NO^2 et des ions H, et, par conséquent, de l'acide azoteux.

» La quantité réelle de cet acide dans la solution dépend de la concentration des corps en présence et de leur degré de dissociation; on conçoit donc qu'elle puisse être très faible, mais elle ne sera jamais nulle.

» Ainsi donc, la théorie est d'accord avec l'expérience pour nous amener à la conclusion suivante :

» *Dans une solution d'azotite de sodium contenant de l'acide carbonique, il doit y avoir, et* IL Y A, *de l'acide azoteux* LIBRE.

» Conclusion d'ailleurs conforme aux lois générales de l'équilibre entre électrolytes (action d'un acide sur la solution d'un sel neutre).

» A la vérité la quantité d'acide azoteux libre est très faible, et il n'est pas étonnant que M. Meunier n'ait pu la déceler au papier iodo-amidonné, insuffisamment sensible. Mais, nous plaçant maintenant au point de vue pratique, si faible que soit cette quantité d'acide azoteux, elle est néanmoins susceptible d'être utilisée dans quelques cas particuliers, parce qu'elle se renouvelle au fur et à mesure qu'elle est consommée.

» C'est ce qui nous a permis de faire la synthèse quantitative des nitroprussiates par l'action, sur les ferrocyanures alcalins et alcalino-terreux, de l'acide azoteux dégagé par l'action de CO^2 sur l'azotite de sodium (*Comptes rendus*, t. CXXII, 1896, p. 473).

» C'est ce qui a permis à M. Meunier d'obtenir du diazoaminobenzène par l'action de CO^2 sur une solution aqueuse de nitrite de sodium et d'aniline (*Comptes rendus*, 28 décembre 1903). »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur quelques dérivés de l'acide α campholytique et de l'acide α campholénique racémiques.* Note de MM. **G. Blanc** et **M. Desfontaines**, présentée par M. Haller.

« Les tentatives faites depuis quelque temps par l'un de nous, soit seul, soit en collaboration avec M. E. Blaise (1) pour démontrer l'homologie des acides α campholénique et α campholytique, nous ont engagés à préparer le nitrile campholytique inconnu jusqu'ici, à réduire ce nitrile et à comparer la base ainsi obtenue avec l'α aminocampholène racémique, avec lequel elle doit être identique.

» Le nitrile campholytique a été obtenu en traitant avec des précautions particulières l'amide campholytique racémique fusible à 103° par le pentachlorure de phosphore (2). Il bout à 200°-205°. On obtient, en même temps que lui, le composé dichloré $C^8H^{13}CCl^2AzH^2$ qui fond vers 175° en se sublimant partiellement. La saponification de ce nitrile fournit l'amide fusible à 103°, ce qui prouve sa constitution. Mais en même temps on obtient de petites quantités d'une autre amide fusible à 171°-172°. Le nitrile ainsi obtenu n'est donc pas un corps pur. La réduction par le sodium et l'alcool éthylique fournit une base $C^8H^{13}CH^2AzH^2$ non saturée.

» Cette base bout à 184°-185° à la pression ordinaire, elle possède une odeur vireuse désagréable; elle est insoluble dans l'eau, miscible aux dissolvants organiques habituels.

» L'*α-aminocampholène racémique* auquel nous voulions la comparer a été obtenu à partir du camphre racémique. Celui-ci a été transformé en oxime; celle-ci déshydratée par l'anhydride acétique fournit le nitrile α campholénique racémique $C^8H^{13}CH^2.CAz$ bouillant à 228°. Ce nitrile, hydraté avec ménagements, conduit à l'amide correspondante. Celle-ci fond à 122° (dérivé actif : 130°). L'acide α campholénique racémique bout à 158° ($H = 20^{mm}$).

(1) *Bulletin de la Société chimique*, 3e série, t. XXI, p. 322 et 973; t. XIX, p. 277, 350 et 699; t. XXIII, p. 164 et 693.

(2) Ce Mémoire paraîtra en détail dans un prochain numéro du *Bulletin de la Société chimique*.

» L'amide précédente, traitée par le brome et la soude (réaction d'Hoffmann) donne l'α-aminocampholène racémique. Celui-ci bout à 184° et il est tout à fait semblable au dérivé actif.

» Pour comparer cette base avec celle que nous avons obtenue par la réduction du nitrile α campholytique, nous avons préparé les urées et les oxamides correspondantes $(CO.AzH.C^9H^{15})^2$ et $CO\begin{cases}AzH.C^9H^{15}\\AzH^2\end{cases}$.

» Les dérivés de l'α-aminocampholène fondent nettement, l'oxamide à 134° et l'urée à 115°-116°. Au contraire, les dérivés correspondants de l'autre base sont assez difficiles à purifier, et l'on ne peut les amener à fondre plus haut que 125° pour l'oxamide et 112° pour l'urée.

» Il semble que les deux bases soient différentes. Cependant lorsqu'on mélange les deux urées et les deux oxamides, on obtient, après cristallisation, des produits qui fondent respectivement à 114° et à 130°. On peut donc croire que la base obtenue par réduction du nitrile α campholytique est l'α-aminocampholène impur, le nitrile, comme nous l'avons vu, n'étant pas un corps homogène. Nous attendrons, pour conclure, le résultat d'autres expériences que nous poursuivons en ce moment. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Méthode de préparation des aldéhydes et de dégradation méthodique des acides*. Note de M. E.-E. **Blaise**, présentée par M. A. Haller.

« Je m'occupe, depuis longtemps déjà, d'une méthode de préparation des aldéhydes reposant sur l'action de la chaleur sur les α-oxyacides. Les premiers résultats que j'ai obtenus sont consignés dans un pli cacheté déposé à la Société chimique de Paris, le 23 juillet 1902, et une Note préliminaire de M. Henry Rondel Le Sueur, dont un extrait vient de paraître dans le n° 9 du *Chemisches Centralblatt*, m'oblige à les publier.

» Je me bornerai, dans la présente Note, à indiquer les résultats auxquels je suis arrivé, me réservant d'exposer l'étude bibliographique de la question dans un Mémoire qui paraîtra au *Bulletin de la Société chimique*.

» Un acide gras donné peut être transformé très facilement et presque quantitativement en l'acide α-bromé correspondant, et celui-ci, traité par la potasse, dans des conditions convenables, donne, avec un très bon rendement, un α-oxyacide. Lorsqu'on soumet un α-oxyacide à l'action de la chaleur, il perd d'abord de l'eau en donnant un lactide, et celui-ci, distillé, se décompose avec dégagement gazeux. Le gaz qui se dégage dans cette

décomposition est constitué presque exclusivement par de l'oxyde de carbone, mais renferme toujours, cependant, une petite quantité d'anhydride carbonique. Le produit distillé renferme, en majeure partie, l'aldéhyde possédant un atome de carbone de moins que l'acide d'où l'on est parti. Pour obtenir l'aldéhyde à l'état pur, une seule rectification suffit, et le rendement en aldéhyde, sensiblement constant, quel que soit l'acide employé, est compris entre 50 et 60 pour 100. Les produits qui accompagnent l'aldéhyde sont en faible proportion et renferment un peu de lactide, ainsi que l'acide αβ non saturé correspondant à l'acide-alcool distillé.

$$R - CH^2 - CO^2H \rightarrow R - CHBr - CO^2H \rightarrow R - CHOH - CO^2H \rightarrow \begin{array}{l} R - CH - CO \\ \quad\;\; | \qquad\;\; | \\ \quad\;\; O \qquad\; O \\ \quad\;\; | \qquad\;\; | \\ \quad\;\; CO - CH - R, \end{array}$$

$$\begin{array}{l} R - CH - CO \\ \quad\;\; | \qquad\;\; | \\ \quad\;\; O \qquad\; O \\ \quad\;\; | \qquad\;\; | \\ \quad\;\; CO - CH - R \end{array} = 2R - C{\Large\langle}\begin{array}{l} O \\ H \end{array} + 2CO,$$

$$\begin{array}{l} R - CH^2 - CH - CO \\ \qquad\qquad\;\; | \qquad\;\; | \\ \qquad\qquad\;\; O \qquad\; O \\ \qquad\qquad\;\; | \qquad\;\; | \\ \qquad\qquad\;\; CO - CH - CH^2 - R \end{array} = 2R - CH = CH - CO^2H.$$

» Il serait d'ailleurs possible que l'acide non saturé se formât par déshydratation directe de l'acide-alcool.

» La méthode dont je viens d'indiquer les grandes lignes a été appliquée aux acides caproïque, pélargonique, laurique, myristique et palmitique; elle m'a fourni très aisément les aldéhydes renfermant 1^{at} de carbone de moins que ces acides.

» L'acide oxycaproïque, distillé, donne le pentanal normal, un peu de lactide, et de l'acide 2.3-hexénoïque. L'acide 3.4-hexénoïque semble également exister dans les produits de la distillation.

» Le pentanal normal constitue un liquide à odeur très pénétrante, bouillant à 101°-102°, il donne une oxime fusible à 52° et un acide naphtocinchoninique qui fond en se décomposant à 255°-260°, lorsqu'on le projette sur un bain de mercure chauffé à cette température. L'acide pélargonique fournit un acide α-bromé liquide et dont l'éther éthylique bout à 138°-140° sous 24^{mm}. L'acide α-oxypélargonique cristallise en lamelles micacées fondant à 70°. Son éther éthylique est solide et fond à 23°-24°, l'anilide correspondant fond à 69°-70°. L'acide α-acétoxypélargonique est liquide et bout avc légère décomposition à 171°-174° sous 10^{mm}.

» La distillation de l'acide α-oxypélargonique donne l'octanal normal qui bout à 81° sous 32mm. La semicarbazone de cette aldéhyde fond à 101° et son oxime à 58°-59°. L'acétal diéthylique qui lui correspond bout à 221°-223°. L'acide α-oxylaurique a été décrit précédemment (*Bull. Soc. chim.*, t. XXIX, p. 1124), ainsi que l'undécanal (*Bull. Soc. chim.*, t. XXIX, p. 1202) obtenu par une méthode différente, extrêmement laborieuse, et donnant de mauvais rendements. Cette aldéhyde se prépare, au contraire, aisément par distillation de l'acide α-oxylaurique. L'acide α-oxymyristique donne enfin le tridécanal, bouillant à 152° sous 24mm, et l'acide α-oxypalmitique, le pentadécanal, qui bout à 185° sous 25mm. Ces deux dernières aldéhydes sont solides, mais il y aurait lieu de rechercher si l'on n'a pas affaire à des polymères, car, comme je l'ai déjà indiqué à propos de l'undécanal, les aldéhydes à poids moléculaire élevé ont une grande tendance à la polymérisation.

» La méthode de préparation des aldéhydes par décomposition des α-oxyacides sous l'influence de la chaleur est donc très générale, comme le montrent les exemples précédents, elle pourra être employée pour la préparation de toutes les aldéhydes en C^{n-1} auxquelles correspond un acide gras courant, en C^n. Elle s'appliquera, en particulier, à la préparation des aldéhydes à poids moléculaire moyen ou élevé, pour l'obtention desquelles l'alcool primaire correspondant ne constitue pas une matière première abordable, ce qui est un cas très fréquent. On voit, d'autre part, que cette méthode complète celle de Limpricht et Piria puisqu'elle donne une aldéhyde renfermant un atome de carbone de moins que l'acide générateur, elle a d'ailleurs sur la méthode de ces auteurs l'avantage de donner aisément des rendements satisfaisants.

» Enfin, la distillation des α-oxyacides constitue assurément le meilleur procédé de dégradation méthodique des acides, par la série des réactions suivantes :

$$R - CH^2 - CO^2H \rightarrow R - CHOH - CO^2H \rightarrow R - C\begin{matrix}\diagup\!\!\diagup O \\ \diagdown H\end{matrix} \rightarrow R - CO^2H.$$

» L'avantage de ce procédé de dégradation consiste dans sa facile exécution, dans l'isolement très aisé et à l'état pur des produits intermédiaires et, enfin, dans l'élévation des rendements, qui permettra d'effectuer des recherches de cette nature même sur des quantités de matière relativement peu importantes. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur une méthode générale de synthèse des aldéhydes.* Note de M. F. **Bodroux**, présentée par M. Troost.

« Dans une précédente Communication (*Comptes rendus*, t. CXXXVIII, p. 93) j'ai montré que l'action de l'orthoformiate d'éthyle sur les combinaisons organomagnésiennes aromatiques en solution éthérée donnait naissance à des aldéhydes :

$$R - \boxed{Mg.Br + C^2H^5O}\, CH\left\langle\begin{matrix}OC^2H^5\\OC^2H^5\end{matrix}\right. = Mg\left\langle\begin{matrix}Br\\OC^2H^5\end{matrix}\right. + R - CH\left\langle\begin{matrix}OC^2H^5\\OC^2H^5\end{matrix}\right.,$$

$$R - CH\left\langle\begin{matrix}OC^2H^5\\OC^2H^5\end{matrix}\right. + H^2O + HCl = R - CHO + 2CH^3CH^2OH + HCl.$$

» Le rendement diminuant à mesure qu'augmentait la condensation en carbone, j'ai songé, dans le but de l'améliorer, à opérer à température plus élevée. Pour cela, j'ai cherché des dissolvants pour les combinaisons organomagnésiennes. Ces dissolvants devant être sans action sur elles, ne peuvent être pris que parmi les hydrocarbures, et j'ai reconnu que les seuls qui conviennent sont ceux de la série benzénique.

» Les préparations qui suivent ont été effectuées en solution toluénique. A la combinaison organomagnésienne, préparée en solution éthérée, j'ajoute, pour un atome-gramme de magnésium employé, 150g de toluène parfaitement sec, et je distille au bain-marie pour chasser l'éther non combiné. Lorsque la distillation a cessé, j'ai une liqueur très fluide (excepté dans le cas du bromure d'α-naphtylmagnésium qui se prend en masse), dont la température est voisine de 100° et dans laquelle je fais tomber, goutte à goutte, l'orthoformiate d'éthyle. Comme la quantité de combinaison organomagnésienne formée n'est jamais théorique, à cause des réactions secondaires qui se produisent dans la réaction de M. Grignard, j'emploie un poids d'orthoformiate qui varie entre deux tiers et trois quarts de molécule, suivant le cas. Une réaction énergique se déclare, le liquide bout, et il distille de l'oxyde d'éthyle. Lorsque l'introduction de l'orthoéther est terminée, j'agite la masse et, après un repos d'une demi-heure, je la traite par l'acide chlorhydrique étendu. Le liquide surnageant est décanté, lavé et séché. Il renferme l'aldéhyde cherchée, soit seule, soit mélangée avec des proportions variables de son acétal éthylique. Pour détruire cet acétal, j'élimine le toluène et je fais bouillir, pendant une heure, les produits de l'opération avec de l'acide sulfurique étendu de quatre fois son poids d'eau. L'aldéhyde formée est isolée à l'état de combinaison bisulfitique.

» Si l'aldéhyde a un point d'ébullition peu élevé, je commence d'abord par agiter le toluène avec une solution de bisulfite de sodium, puis, après décantation, je chasse le

dissolvant. Je fais ensuite bouillir le résidu, avec de l'acide sulfurique étendu de quatre fois son poids d'eau, dans un ballon surmonté d'un long tube Lebel, auquel se trouve adapté un réfrigérant descendant. Il distille un mélange d'alcool éthylique et d'aldéhyde qu'il est facile de séparer.

» J'ai constaté que si, après introduction de l'orthoformiate d'éthyle, l'on vient à chauffer pendant quelque temps la solution toluénique du composé magnésien, le rendement en aldéhyde diminue.

» Les résultats obtenus en appliquant cette méthode sont consignés dans le Tableau suivant :

Dérivé halogéné primitif.	Aldéhyde obtenue.	Rendement.
		pour 100
Chlorure de benzyle......	Aldéhyde phénylacétique.	55
α bromonaphtalène	» α naphtoïque.	70
Paradibromobenzène	» parabromobenzoïque.	60
Parachlorobromobenzène...	» parachlorobenzoïque.	64
Bromure de propyle.......	» butylique.	75
Bromure d'isobutyle......	» isovalérique.	66

» Les faits qui précèdent montrent bien la généralité de la réaction que j'ai indiquée. »

CHIMIE VÉGÉTALE. — *Méthode de dosage des matières protéiques végétales.* Note de M. L. Beulaygue, présentée par M. Gaston Bonnier.

« Dans l'ensemble des matières élaborées par la cellule végétale, les *matières protéiques* forment un groupe des plus importants. Elles offrent les différentes réactions chimiques des matières albuminoïdes animales, et certaines d'entre elles, désignées sous le nom de *matières protéiques non digestibles*, sont inattaquables par le suc gastrique. Les travaux de M. W. Palladine ont mis en évidence les deux principaux faits suivants :

» 1° A quantité égale de matières protéiques, en présence d'hydrates de carbone, les feuilles vertes et les feuilles étiolées dégagent une quantité égale d'acide carbonique (¹);

» 2° Pour une température donnée et avec une quantité suffisante

(¹) W. Palladine, *Recherches sur la respiration des feuilles vertes et des feuilles étiolées* (*Revue générale de Botanique*, t. V, 1893, p. 449).

d'hydrates de carbone, le rapport entre la quantité d'acide carbonique dégagé par diverses plantes en 1 heure et la quantité d'azote non digestible est une constante (¹).

» Il résulte donc de ces travaux que, parmi les matières protéiques végétales, celles qui ne sont pas digestibles, c'est-à-dire celles qui sont inattaquables par le suc gastrique, sont en corrélation étroite avec l'énergie respiratoire des plantes. Il importe donc de pouvoir doser les différentes matières protéiques végétales avec rapidité et précision.

» Au cours de recherches que je poursuis sur les transformations chimiques qui se produisent pendant la *nécrobiose végétale*, n'ayant pas obtenu, par l'usage des procédés actuellement en usage, toute la satisfaction désirable, notamment en ce qui concerne le dosage des matières protéiques non digestibles, j'ai été amené à élaborer une méthode générale de dosage des matières protéiques végétales, qui m'a donné jusqu'ici, d'une façon très rapide, les meilleurs résultats.

» 1° *Dosage de l'azote total.* — 2g de poudre sèche suffisent généralement pour l'effectuer par l'une des méthodes actuellement en usage dans les laboratoires.

» 2° *Dosage de l'azote protéique total.* — 4g de poudre sèche sont maintenus pendant 10 minutes dans une capsule en porcelaine, avec 100^{cm^3} d'eau distillée portée à l'ébullition. Puis on ajoute successivement 0g,50 d'alun pour précipiter les phosphates qui pourraient maintenir des albuminoïdes en solution, et 4^{cm^3} d'acide acétique cristallisable pour précipiter les albuminoïdes solubles. On porte de nouveau 5 minutes à l'ébullition, on laisse refroidir, on filtre, on lave sur le filtre avec de l'eau distillée jusqu'à absence d'acidité des eaux de lavages; on dessèche à 100°-110° le résidu obtenu sur le filtre, et l'on dose Az comme au 1°.

» 3° *Dosage de l'azote protéique, insoluble dans l'eau distillée.* — 4g de poudre sèche sont maintenus pendant 10 minutes dans une capsule en porcelaine avec 100^{cm^3} d'eau distillée portée à l'ébullition. Puis on laisse refroidir, on filtre, on lave sur le filtre à plusieurs reprises avec de l'eau distillée, on dessèche à 100°-110° le résidu obtenu sur le filtre et l'on dose Az comme au 1°.

» 4° *Dosage de l'azote protéique, soluble dans l'eau distillée.* — S'obtient par différence entre 2° et 3°.

» 5° *Dosage de l'azote protéique, non digestible, total.* — Cet azote comprend notamment l'azote des *nucléines* et l'azote des *lécithines*, corps qui ne sont pas atta-

---

(¹) W. Palladine, *Recherches sur la corrélation entre la respiration des plantes et les substances azotées actives* (*Revue générale de Botanique*, t. VIII, 1896, p. 225). — *Influence de la lumière sur la formation des matières protéiques actives et sur l'énergie de la respiration des parties vertes des végétaux* (*Revue générale de Botanique*, t. XI, 1899, p. 81).

qués par la pepsine. On prépare au préalable, à froid, dans une fiole conique d'Erlenmeyer, le liquide digestif suivant :

Pepsine extractive en paillettes....	1^{g}
Acide chlorhydrique pur..........	1^{g} (21 gouttes)
Eau distillée	100$^{cm^3}$

et l'on introduit dans ce liquide 4^{g} de poudre sèche. On porte le tout, sans boucher l'ouverture de la fiole, dans l'étuve, réglée à la température de 37°-40°, pendant une durée de 12 à 15 heures, en agitant de temps à autre. Au bout de ce temps, le travail de digestion est largement terminé : on le reconnaît à ce que toute la poudre, réunie au fond de la fiole, n'est plus le siège d'aucune effervescence et à ce que 1$^{cm^3}$ du liquide rougeâtre surnageant, filtré, ne précipite pas par addition de 3 gouttes d'acide azotique pur. On mélange le tout, on filtre et on lave sur le filtre avec de l'eau distillée, jusqu'à ce que les eaux de lavage ne précipitent plus par addition de quelques gouttes d'une solution au $\frac{1}{100}$ d'azotate d'argent dans l'eau distillée. On dessèche à 100°-110° le résidu obtenu sur le filtre et l'on dose Az comme au 1°.

» 6° *Dosage de l'azote protéique non digestible, du groupe des nucléines et autres corps similaires, dit, par abréviation,* azote nucléique. — 4^{g} de poudre sèche, soumis à l'action du liquide digestif, comme il est dit au dosage 5° ci-dessus, sont ensuite, après digestion, lavages et dessiccation, mis à macérer 24 heures dans 50$^{cm^3}$ d'un liquide éthéro-alcoolique contenus dans une fiole conique d'Erlenmeyer, dont on bouchera ensuite l'ouverture. Ce liquide est composé d'un mélange à volumes égaux d'éther sulfurique à 66° et d'alcool à 95°. Après agitation de temps à autre, le tout est filtré et on lave sur le filtre, avec du liquide éthéro-alcoolique, jusqu'à ce que ce liquide s'écoule incolore et qu'il ne laisse aucun résidu par évaporation sur un verre de montre. Cette opération a pour but l'extraction d'un certain nombre de corps et notamment des *lécithines.* On dessèche à 100°-110° le résidu obtenu sur le filtre et l'on dose Az comme au 1°.

» 7° *Dosage de l'azote protéique non digestible, du groupe des lécithines et autres corps similaires, dit, par abréviation,* azote lécithique. — S'obtient par différence entre 5° et 6°.

» 8° *Dosage de l'azote non protéique, soluble dans l'eau distillée, du groupe des amides, et autres combinaisons azotées non protéiques, solubles dans l'eau distillée, dit, par abréviation,* azote amidé. — S'obtient par différence entre 1° et 2°.

» *Nota.* — Pour être comparables, tous les résultats devront être rapportés à 100^{g} de matière sèche.

« Ce procédé présente sur les méthodes en usage de Stutzer et Hirschler, au moins pour les dosages similaires, l'avantage d'être plus précis et beaucoup plus rapide. »

ZOOLOGIE. — *Sur deux nouvelles formes larvaires de* Thrombidium (*Acar.*) *parasites de l'Homme.* Note de MM. **F. Heim** et **A. Oudemans**, présentée par M. Alfred Giard.

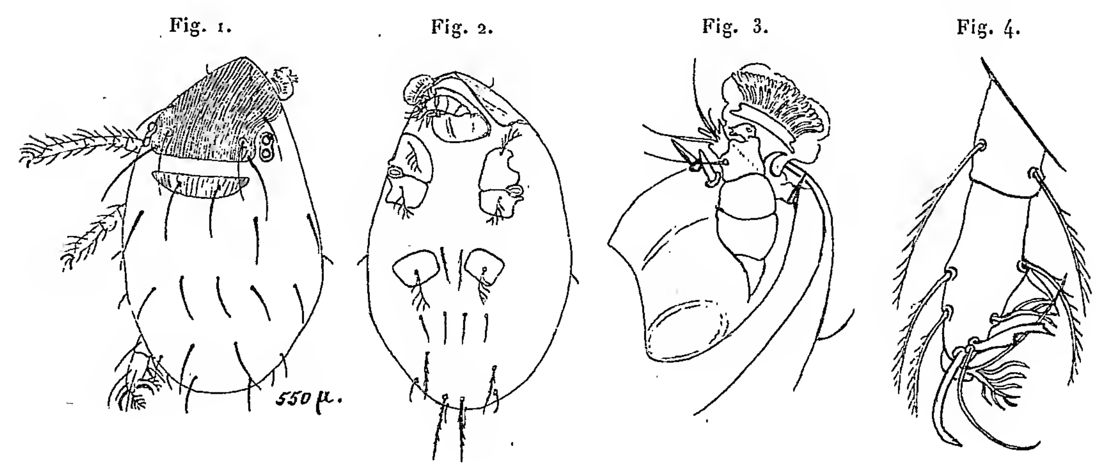
« Une grande incertitude règne encore sur la détermination zoologique des *Thrombidium*, susceptibles de s'attaquer à l'Homme; les opinions professées par les auteurs qui se sont occupés de la question sont contradictoires. Nos observations établissent la pluralité spécifique des Rougets parasites de l'Homme. Dans une localité de l'est de la France (Buré-la-Forge, Meurthe-et-Moselle), où la thrombidiose sévit chaque année pendant les mois chauds et secs, l'un de nous a rencontré, pendant plusieurs étés consécutifs, trois formes larvaires de *Thrombidium*, simultanément parasites sur l'Homme et les Vertébrés supérieurs.

» L'une de ces formes larvaires se rapporte à *T. gymnopterorum*. Les deux autres formes larvaires, par nous observées, se rapportent à deux espèces nouvelles de *Thrombidium*, pour lesquelles nous proposons des noms spécifiques, rappelant les particularités d'ornementation des écussons que porte le céphalothorax : l'un sera *T. poriceps* sp. nov., l'autre *T. striaticeps* sp. nov. Nous nous bornerons à indiquer sommairement les caractères les plus saillants de ces deux espèces.

» *Thrombidium striaticeps.* — Deux écussons céphalothoraciques dorsaux (*fig.* 1) à élégante striation longitudinale : l'écusson antérieur trapézoïdal, échancré latéralement, tronqué postérieurement; l'écusson postérieur en forme de segments de cercle; plaques coxales des pattes (*fig.* 2) lisses, munies chacune d'un long poil barbelé; pattes de la deuxième paire plus courtes que celles de la première et de la troisième; tarses de la troisième paire munis de trois ongles (dont l'interne est souvent déformé et le médian plus long) et d'une expansion ventrale à magnifique poil plumeux (*fig.* 4); plaques coxales maxillaires protégées chacune par une forte épine; palpes maxillaires à cinq articles, le dernier carré, pourvu à son extrémité distale d'une petite pointe émoussée, d'une épine et de trois poils tactiles : l'un court, les deux autres longs; mandibules à deux articles munis l'un d'une épine dorsale, l'autre d'un croc; le pharynx protracté montre une élégante couronne formée d'un double rang de digitations chitineuses, cet organe semble devoir jouer un rôle dans la fixation du parasite aux téguments de l'hôte (*fig.* 3).

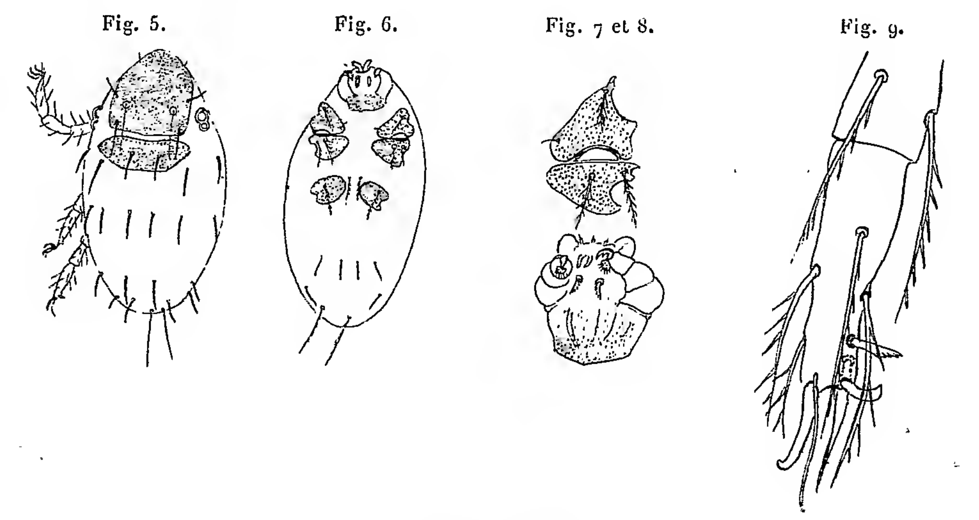
» *Thrombidium poriceps.* — Deux écussons céphalothoraciques (*fig.* 5) dorsaux, criblés de pores minuscules : l'écusson antérieur rectangulaire arrondi en avant, tronqué en arrière, l'écusson postérieur trapézoïdal, à grande base antérieure; toutes les plaques coxales (*fig.*6), y compris les maxillaires, finement criblées; maxilles (*fig.*8)

munies chacune d'un poil court, trapu, pectiné, simulant une épiue puissante; palpes maxillaires analogues à ceux de *T. holosericeum,* chelicères à insertion subcirculaire; plaques coxales des pattes (*fig.* 6 et 8) munies de poils plumeux, celles de la première



Thrombidium striaticeps.

et de la troisième paire d'un seul poil, celles de la deuxième de deux; pattes toutes égales, torses de la troisième paire munis de 3 ongles (l'externe robuste et long, le médian court, l'interne tronqué et robuste), d'un long poil dorsal pectiné et d'un long poil ventral lancéolé (*fig.* 9).



Thrombidium poriceps.

» Nous n'avons pu réussir l'éducation de ces larves hexapodes.

» Ces deux espèces de *Thrombidium* ont été rencontrées par nous, à l'état

larvaire, depuis plusieurs années, implantées dans les téguments de divers Insectes, Oiseaux et Mammifères.

» Ce sont donc des parasites qui se gorgent indistinctement de l'hémolymphe des Arthropodes et de la sérosite des Vertébrés supérieurs.

» Nos deux parasites s'attaquent d'une manière toute spéciale aux Gallinacés comme le fait *T. gymnopterorum;* mais les jeunes sujets seuls ont la peau assez fine pour être exposés à leur attaque, leur implantation a toujours lieu au pourtour des follicules plumeux.

» Les petits Mammifères portent ces Rougets implantés dans toutes les régions où la peau est fine; les Mammifères à peau épaisse, tel le Chien, n'en portent qu'à certaines régions d'élection où la peau s'amincit : rebord ciliaire des paupières, en particulier.

» Chez l'Homme, l'implantation du parasite se fait toujours à l'orifice d'un follicule pileux, il y détermine les phénomènes bien connus de l'érythème automnal : inflammation périfolliculaire, travail d'élimination (d'une portion du rostre?) consécutif à la chute ou à l'ablation du parasite; nous n'avons pu constater chez ces espèces l'existence, au point d'implantation du parasite dans la peau, ni d'un organe de succion (langue pour Trouessart, épipharynx pour Brücker), ni d'une gaine d'origine fibrineuse formant séquestre.

» La pluralité spécifique des « aoûtats » s'attaquant à l'Homme est donc hors de doute, puisque dans une seule localité française nous avons trouvé, concurremment parasites sur peau humaine, trois espèces distinctes de *Thrombidium.* Le double intérêt zoologique et médical qui s'attache à ces parasites nous a déterminés à publier nos observations sur leurs formes larvaires, sans attendre le résultat, jusqu'ici négatif, de leur éducation. »

ZOOLOGIE. — *Sur quelques expériences effectuées au laboratoire des Catacombes du Muséum d'Histoire naturelle.* Note de M. **Armand Viré**, présentée par M. Edmond Perrier.

« En 1896, M. A. Milne-Edwards créait, à notre demande, un laboratoire biologique où devaient être effectuées des expériences sur l'influence de la lumière et de l'obscurité sur les espèces animales. Son successeur, M. Edmond Perrier, nous continuant la même bienveillance, nous mit à même de poursuivre nos recherches.

» Le laboratoire se compose de deux parties distinctes ; une partie sou-

terraine installée à l'obscurité, dans une partie des anciennes carrières ou Catacombes de Paris, situées sous le Jardin des Plantes, et une salle d'aquariums à la lumière du jour. Dans la première partie, des expériences ont été faites sur des animaux normaux, soumis à une obscurité constante; dans la seconde, au contraire, on étudie les modifications qui peuvent se produire sur des animaux souterrains ramenés à la lumière du jour.

» *Animaux normaux soumis à l'obscurité.* — Ce sont surtout des Crustacés, des Batraciens et des Poissons.

» Les Crustacés (*Gammarus fluviatilis*) ont présenté les phénomènes suivants : au bout de six mois, décoloration graduelle; le pigment gris s'en va par îlots de plus en plus grands jusqu'à la disparition complète.

» L'œil reste tout d'abord normal, malgré l'absence totale de ses fonctions; cependant après un an on constate une très légère dissociation des cornéules. La dissection ne révèle pas de changement appréciable dans les éléments rétiniens, ni dans le système nerveux optique.

» Par contre, les organes de l'olfaction, du tact et de l'odorat montrent, au bout de quelques mois, une hypertrophie notable; leur longueur augmente graduellement jusqu'à acquérir des dimensions triples des dimensions primitives.

» Il semble résulter de cette observation que les organes inutiles tendent à subsister le plus longtemps possible, expliquant jusqu'à un certain point la présence de ces organes résiduels constatés dans nombre de groupes animaux et que l'on ne pourrait expliquer autrement que par cette tendance conservatrice de l'organisme.

» Les organes devenus plus utiles (ouïe, tact, odorat), grâce à la cessation des fonctions d'un autre organe, l'œil, prennent immédiatement un développement en rapport avec leurs fonctions supplémentaires.

» Sur les Poissons, un phénomène singulier a été constaté; après 5 ans de séjour à l'obscurité, l'œil d'une Anguille s'est *hypertrophié* jusqu'à doubler de volume. Ce fait paraîtrait en contradiction avec le précédent, si l'on ne tenait compte de ceci : que le système nerveux optique s'est plutôt réduit, marquant ainsi que l'hypertrophie de l'organe externe devra sans doute plus tard faire place à une atrophie. Ce fait avait d'ailleurs été constaté déjà au début du XIXe siècle par Eudes Deslongchamps, sur une Anguille recueillie au fond d'un puits [1].

» Un autre fait constaté sur les Poissons est une réduction de la taille dans l'obscurité. Sur 12 Cyprins dorés (*Carassius auratus*), 6 ont été mis aux Catacombes, 6 à la lumière. La nourriture a toujours été la même pour les deux lots. Après deux ans les Cyprins *obscuricoles* ont pris une teinte blanc rosé; leur taille est deux fois moindre que celle des Cyprins lucicoles, qui ont conservé leur belle teinte rouge.

» *Animaux souterrains remis à la lumière.* — Ce sont principalement des Crustacés (*Niphargus Plateaui*, récoltés à Padirac et aux Catacombes; *Vireia burgunda* Dollfus et *Vireia berica* Fabiani, rapportées des grottes d'Italie) et les Batraciens

---

[1] EUDES DESLONGCHAMPS, *Note sur une anguille retirée d'un puits au mois de juillet* 1831 (*Mém. de la Soc. linnéenne de Normandie*, 1835).

(*Proteus anguinus* Laur, rapportés des grottes d'Autriche). Les uns, les Crustacés, sont privés de l'œil, du nerf et du lobe optique, c'est-à-dire de tous les organes capables de recueillir les impressions lumineuses; les autres, les Protées, ont un œil atrophié, recouvert par le tégument général. Tous, cependant, sont sensibles à la lumière, et manifestent, par des réactions très nettes, que la lumière leur est désagréable. Ce doit être là, non pas une perception plus ou moins nette de la lumière, ni même cette perception vague *d'éclairement* ou de *non-éclairement* éprouvée par certains Articulés, d'après les belles expériences de Félix Plateau. C'est plutôt une sensation d'ordre chimique s'exerçant sur les cellules pigmentogènes et transmise au cerveau par le système nerveux sensoriel général.

» En effet, après quelques mois d'expérience, on voit sur le Protée une pigmentation d'abord claire et diffuse, puis de plus en plus confluente et sombre, qui aboutit à une pigmentation d'un noir violet avec parfois de petites taches d'un jaune légèrement verdâtre, sauf sous la tête et le ventre qui restent blancs.

» Pour les Crustacés, on n'a encore constaté que de légères taches noires sur le tégument.

» Des expériences avaient été commencées au laboratoire souterrain sur des Mammifères, mais l'absence de courant d'air provoquant l'accumulation des gaz de la respiration, nous a obligé d'interrompre l'observation jusqu'à ce que l'on ait un système de ventilation permettant la purification rapide de l'atmosphère. »

ZOOLOGIE. — *Sur un Cérianthaire nouveau.* Note de M. **Louis Roule**, présentée par M. Edmond Perrier.

» J'ai décrit brièvement, au *Congrès de l'Association française pour l'avancement des Sciences,* de 1903, deux nouveaux Cérianthaires : *Cerianthus Danielsseni* et *Pachycerianthus Benedeni.* M. le Professeur J. Bell, du British Museum, a eu l'obligeance de me confier l'unique exemplaire de ce dernier type recueilli dans la mer du Japon et conservé dans une liqueur à base de formol; j'ai pu ainsi compléter mes premières recherches, que je résume dans ce qui suit.

» Le tube fait défaut. L'individu est remarquable par son allure trapue et massive; il mesure 80^{mm} de longueur sur 27^{mm} de diamètre au sommet de la colonne et 24^{mm} au milieu; l'extrémité aborale, arrondie, est percée d'un petit pore. Les tentacules marginaux, au nombre de 123, sont disposés sur 3 cycles, avec indications d'un quatrième; les tentacules labiaux, au nombre de 122, se disposent également sur 3 cycles. Les cloisons, autour de l'actinopharynx, sont au nombre de 126; leur musculature se réduit à quelques fibres longitudinales et obliques, moins abondantes encore que chez les autres Cérianthaires. Les cloisons directrices, fort épaisses,

donnent à la loge directrice la forme d'un canal cylindrique. Les cloisons, au-dessous de l'actinopharynx, sont très courtes, et laissent complètement lisse la majeure part de la paroi columnaire interne. Seules, deux cloisons ventrales (S^3 dans la terminologie proposée par M. Ed. van Beneden) se prolongent auprès de l'extrémité aborale; elles encadrent une bande étroite, qui continue le sulcus de l'actinopharynx, et qui contient les vestiges des cloisons D et S^1. Les autres cloisons, étagées de chaque côté de S^3, diminuent de longueur vers la région dorsale, mais n'affectent point une franche disposition quadroseptale; la diminution, régulière, leur donne plutôt un arrangement biseptal. Sauf celles qui occupent exactement la région dorsale, toutes les cloisons possèdent des craspèdes dans la zone placée immédiatement au-dessous de l'entérostome. Seulement, et en alternance, les unes ont des fils mésentériques sur leurs craspèdes, et les autres n'en portent point. Les cloisons ainsi privées sont fertiles; démunies de fils mésentériques, elles possèdent par contre des aconties sur une assez grande part de leur extrémité inférieure; leur série débute par S^3, et continue par les numéros d'ordre impairs, S^5, S^7, S^9, ... La paroi de la colonne est épaisse, plus que celle des autres Cérianthaires contractés et conservés dans des liquides de même sorte. L'épaisseur est due à la mésoglée et à la musculature longitudinale. Cette dernière se différencie nettement en feuillets, chaque élément se composant d'une mince lame quittant la région profonde de l'épithélium ectodermique pour aller joindre la mésoglée, et portant des fibrilles musculaires longitudinales sur deux files ou sur une seule. Je n'ai point vu traces de musculature endodermique, sauf aux cloisons, où elle est, du reste, à peine représentée. L'individu était unisexué : je n'ai trouvé que des ovules.

» Si cet échantillon est normal, il doit devenir le type d'un genre nouveau, *Pachycerianthus*, ayant pour diagnose : « Cloisons courtes; deux » seules d'entre elles (S^3) parviennent dans l'extrémité aborale. Cloisons » directrices épaisses, donnant à la loge directrice la forme d'un canal » cylindrique. Disposition biseptale faisant alterner des cloisons fertiles » acontifères avec des cloisons stériles privées d'aconties et portant des » fils mésentériques sur leurs craspèdes. Musculature endodermique à » peine représentée. Paroi de la colonne épaisse et consistante, à cause » du développement pris par la musculature longitudinale et par la méso- » glée ». Il convient d'observer que, abstraction faite du nombre des cloisons et des dimensions, plusieurs de ces caractères sont ceux des larves acontifères de Cérianthaires.

» Ceci conduit à des conclusions de deux sortes : 1° On considère à tort les quelques espèces déjà connues du genre *Cerianthus* comme établissant la formule organique complète des Cérianthaires. Les travaux publiés par M. Ed. van Beneden ont déjà montré que les larves de ces animaux offrent une grande diversité. Peut-être en va-t-il de même pour les adultes. M. Gravier a décrit de jeunes Cérianthaires pélagiques, privés de tube,

dont les cloisons ne se groupent point suivant une disposition quadriseptale (*Comptes rendus*, t. XXXV, 1902, p. 591). Ces observations, rapprochées des miennes, dénotent qu'il existe des Cérianthaires non tubicoles, libres au moins pendant une assez longue partie de leur vie, pélagiques ou rampant au fond, dont l'organisation se rapproche plus de celle des larves que les Cérianthaires tubicoles, seuls étudiés jusqu'ici.

» 2° J'ai pu, grâce aux collections du prince de Monaco, examiner la structure de plusieurs Antipathaires, notamment celle de *Stichopathes*, genre dont les polypes ont une épaisse mésoglée. La concordance d'organisation histologique est frappante, au point qu'il est permis de considérer les *Stichopathes* comme offrant, de manière élémentaire, la disposition des *Pachycerianthus*. Cette conclusion, sur laquelle je reviendrai ultérieurement, appuie l'opinion proposée par M. Ed. van Beneden, rapprochant les Antipathaires des Cérianthaires, et créant avec eux l'ordre des *Cériantipathaires*. »

ZOOLOGIE. — *Sur le mécanisme sécrétoire producteur des perles.* Note de M. **Raphaël Dubois**, présentée par M. Alfred Giard.

« Dans une Note très soigneusement documentée [1], M. Giard a montré que le rôle sécréteur de l'épithélium qui tapisse la poche motrice de la perle avait été bien mis en relief par divers auteurs, en particulier par W.-A. Herdman, James Hornell, Lyster Jameson.

» Il y a longtemps que cet épithélium a attiré mon attention et, si je n'ai pas publié plus tôt mes observations à ce sujet, c'est que je me proposais de les compléter.

» Dès aujourd'hui, ce que l'on peut dire, c'est que le rôle de la poche motrice n'est pas aussi simple qu'on l'a supposé. L'étude approfondie et comparée des perles de divers Mollusques : *Margaritana, Unio, Anodonta, Pinna, Mytilus, Margaritifera,* que je poursuis depuis longtemps [2], tant à l'aide de coupes minces décalcifiées ou non, dont je joins quelques pho-

---

[1] *L'épithélium sécréteur des perles* (*Société de Biologie*, séance du 29 décembre 1903).

[2] Voir *Sur la nature et la formation des perles fines naturelles* (*Mémoires et Comptes rendus des séances du Congrès international d'Aquiculture et de pêches*. Paris, 1901).

tographies à cette Note, que par divers autres procédés, ne permet pas de penser que la perle soit le produit d'une *sécrétion unique* analogue à celle de la salive, du sébum, du cérumen, etc. Le travail de la poche sécrétrice est plus compliqué et nécessite manifestement une division du travail que l'on ne saurait attendre d'un seul artisan, qui serait la cellule ectodermique invaginée.

» Si l'on examine avec un grossissement suffisant la surface d'une perle de *Pinna nobilis* ou *squammosa* (perles rouges, brunes ou noires), on observe à sa surface un dessin ressemblant à un dallage formé de très petites surfaces polygonales juxtaposées. Par la décalcification, on reconnaît, ainsi que par les coupes, que ces surfaces sont les bases de petites pyramides dont le sommet touche le noyau de la perle. Les parois de ces pyramides sont formées de conchylioline, matière organique cornée, et leur intérieur est rempli de carbonate de chaux à structure cristalline, ou pseudo-cristalline, prismatique et radiée.

» Par leur assemblage, et après décalcification, ces perles, surtout lorsqu'elles sont en poires, ont l'aspect de certains nids de guêpes.

» Les zones concentriques qui se voient sur les coupes ne correspondent pas à des cloisons perpendiculaires au grand axe des alvéoles, mais seulement à des étranglements qui se sont faits simultanément dans toutes les alvéoles.

Ces perles des *Pinna* sont rouges, grises, olives, brunes, noires et blanches, et toutes ces teintes se retrouvent dans l'intérieur de la coquille; ainsi que Réaumur l'avait fait remarquer, la couleur de la perle contenue dans le manteau est la même que celle de la nacre située dans le point correspondant. L'origine de la nacre et de la perle est donc bien la même, mais le travail de la première est plus grossier que celui de la seconde.

» C'est la couleur du squelette de conchylioline qui donne celle de la perle, car elle persiste après décalcification complète; quant à l'orient, il dépend uniquement de la structure même de la perle.

» Dans les perles blanches, à orient, on voit disparaître la structure alvéolaire qui est remplacée uniquement par de fines couches alternatives de conchylioline et de carbonate de chaux. Mais ce n'est qu'une modification du premier type et non une fabrication fondamentalement différente de la première, car sur certaines coupes de perles (dont une photographie se trouve parmi celles que j'ai jointes à cette Note), on voit des parties où le travail alvéolaire s'est produit pendant quelque temps, en même temps que celui des perles à orient. Il est évident que les dernières ont la même origine que les premières, mais il n'est pas plus admissible pour les unes que pour les autres que l'épithélium ectodermique soit à la fois charpentier et maçon : il y a manifestement une double sécrétion que l'on ne saurait attribuer au même élément anatomique.

» En examinant à plat, et à l'aide de diverses colorations, la face interne de la matrice de perles d'*Unio sinuata* et de *Pinna* j'ai vu entre les cellules épithéliales des méats très régulièrement disposés, limités par les prolongements des cellules les rattachant entre elles et formant un épithélium fenêtré. Ce dernier est supporté par une couche de travées conjonctives formant des mailles dans lesquelles se trouvent de nombreuses cel-

lules migratrices granuleuses. Sur certaines préparations j'ai entrevu le passage de ces éléments que je considère comme calcifères pour des raisons que j'indiquerai autre part; mais pour ce dernier point mes études ont besoin d'être complétées, ce qui se fera prochainement parce que j'ai pu réunir le matériel nécessaire.

» Cependant, de l'ensemble des faits, je crois que l'on peut conclure dès à présent que :

» 1° *La formation de la perle et celle de la nacre ne peuvent être comparées à une sécrétion simple ordinaire;*

» 2° *Le squelette organique et le carbonate de chaux ne peuvent être sécrétés par un même élément;*

» 3° *Les structures, en apparence diverses, des perles s'expliquent facilement par le passage d'éléments migrateurs calcifères au travers d'un épithélium fenêtré sécrétant la conchylioline;*

» 4° *La nacre, quoique d'un travail plus grossier que la perle fine, est produite par le même mécanisme fondamental.* »

MINÉRALOGIE. — *Sur la répartition des éléments chimiques dans la terre et sa relation possible avec leurs poids atomiques.* Note de M. L. **De Launay**, présentée par M. Michel Lévy.

« Des considérations géologiques que je devrai me contenter d'indiquer ici ([1]), mais dont j'ai établi les principes dans divers travaux antérieurs, amènent indépendamment de toute théorie chimique, à supposer que la répartition primitive des éléments chimiques dans la terre, au moment de sa fluidité probable, devait être, de haut en bas, la suivante, chacun des éléments considérés étant classé dans le groupe, où il paraît avoir originellement prédominé :

1° Hydrogène........................	*Atmosphère primitive et protubérances solaires.*
2° Oxygène, azote....................	*Atmosphère.*
3° Silicium, aluminium, sodium, potassium, magnésium, calcium........	*Écorce silicatée;* avec prédominance des trois premiers corps dans les parties hautes, des derniers dans les parties basses.

([1]) Les développements paraîtront dans la *Revue générale des Sciences*.

4° Chlore, soufre, phosphore..........	*Minéralisateurs.*
5° Fer, manganèse, nickel, cobalt, chrome, titane, vanadium..................	*Ségrégations basiques.*
6° Cuivre................................	*Gîtes filoniens reliés aux ségrégations basiques.*
7° Zinc et plomb; antimoine et argent; mercure, bismuth, tungstène et or; uranium et radium...............	*Gîtes filoniens.*

» En quelques mots, on peut indiquer, à l'appui de cette liste, dans laquelle j'ai seulement noté les corps principaux de chaque groupe, les faits suivants :

» 1° L'hydrogène, qui, en se combinant avec l'oxygène, a formé l'immense nappe d'eau de nos océans (3000^m d'épaisseur moyenne sur toute la surface du globe), devait originairement exister à l'état libre et représenter alors 11 pour 100 en poids de l'atmosphère. La comparaison avec les protubérances solaires et la majorité des étoiles, conforme avec son faible poids spécifique, permet de supposer qu'il devait être de préférence au-dessus de l'atmosphère oxygénée.

» 2° L'oxygène et l'azote sont encore les éléments essentiels de l'air.

» 3° La composition moyenne de l'écorce terrestre accuse d'abord 50 pour 100 d'oxygène, qui représentent l'apport de l'air dans la grande scorification, par laquelle elle a dû se constituer, puis 28 pour 100 de silicium et 8 pour 100 d'aluminium. Dans les roches acides, qui sont les plus légères et les plus hautes, il n'existe, en outre, que des alcalis; quand la basicité augmente un peu, le magnésium apparaît, puis le calcium et le fer, mais la place normale du fer est visiblement plus bas.

» 4° Les éléments volatils, que nous appelons *minéralisateurs,* ont dû se trouver en contact intime avec les éléments précédents, car ils ont puissamment contribué à la cristallisation de toutes les roches acides. En principe, ils paraissent empruntés à une réserve profonde, qui aurait été au-dessous de la scorie silicatée.

» 5° Le groupe des métaux de ségrégation basique est très homogène et très caractérisé; tout conduit à l'envisager comme d'origine profonde par rapport à la scorie silicatée : son oxydation incomplète, sa présence dans des régions puissamment érodées, etc.

» 6° Le cuivre apparaît, tantôt avec le groupe des ségrégations basiques, tantôt avec celui des métaux filoniens proprement dits, et doit donc être placé entre les deux.

» 7° Les métaux filoniens ont certainement une origine première très profonde. A la surface, ils sont en quantité infime et ne constituent pas, à eux tous, un cent-millième de l'écorce terrestre. L'accumulation sur un point unique de quantités énormes d'un métal très rare ailleurs et se prolongeant en profondeur, sur une même fissure verticale, sans limite pratique : par exemple, les 150000^t de mercure extraites d'Almaden (représentant à elles seules la moitié de la production mondiale) prouvent qu'il a existé, en dessous de ce point, une source de ce métal hors de proportion avec les traces résiduelles que peuvent en contenir nos roches. Le manque d'oxygène dans les filons métallifères inaltérés, la forte densité de la terre, sont également des arguments.

Sans vouloir préciser leur ordre de superposition interne, on peut, en outre, supposer que les métaux de ce septième groupe ont eu d'autant moins de chances d'arriver à la superficie dans nos filons, qu'ils étaient plus denses et plus dépourvus d'affinités (propriétés corrélatives). C'est dans l'ordre de leur rareté qu'ils ont été énumérés.

» Or, si l'on compare la liste ainsi dressée d'après de simples considérations géologiques avec la série des poids atomiques, on trouve une concordance presque absolue (je supprime, pour abréger, les décimales) :

» 1° Hydrogène (1);

» 2° Azote (14), oxygène (16);

» 3° Sodium (23), magnésium (24), aluminium (27), silicium (28);

» 4° Phosphore (31), soufre (32), chlore (35);

» 5° Titane (46), vanadium (51), chrome (52), manganèse (55), fer (56), nickel et cobalt (59);

» 6° Cuivre (64);

» 7° Zinc (65); argent (108), antimoine (120), tungstène (184), or (197); mercure (200), plomb (207) et bismuth (208); radium (225) et uranium (239).

» *Il semble donc que, dans la fluidité première de notre planète, les éléments chimiques déjà constitués se soient placés à des distances du centre d'autant plus grandes que leur poids atomique était plus faible, comme si les atomes, absolument libres de toute affinité chimique à ces hautes températures, avaient uniquement et individuellement obéi, dans une sphère fluide en rotation, à l'attraction centrale combinée avec la force centrifuge.* »

PÉTROGRAPHIE. — *Sur une nouvelle variété d'orthose.* Note de M. L. **Duparc**, présentée par M. A. Lacroix.

« En étudiant les roches granitiques de Troïtsk (Oural du nord) et leurs contacts, j'ai eu l'occasion d'observer une curieuse variété d'orthose qui me paraît mériter d'être signalée. Cette orthose anomale se rencontre aussi bien dans les types franchement granitiques que dans ceux qui sont granito-porphyriques; dans ces derniers il existe dans la pâte comme aussi parmi les phénocristaux.

» Les cristaux présentent les faces $pa^{\frac{1}{2}}m$ et aussi pa^1m; ils sont aplatis selon g^1 et allongés selon pg^1; la macle de Carlsbad s'y rencontre assez fréquemment. Au microscope on voit qu'ils sont formés par l'association de deux feldspaths différents, d'inégale biréfringence, le plus biréfringent formant de grosses facules irrégulières dans celui qui l'est le moins.

» Sur des sections rigoureusement parallèles à g^1, la variété la moins biréfringente

s'éteint sous des angles qui oscillent entre + 6° et + 9° (oculaire Calderon) pour n_p, par rapport à pg^1. En lumière convergente on observe *une bissectrice aiguë centrée* n_g.

» Les facules les plus biréfringentes s'éteignent constamment à + 19°, elles montrent une bissectrice n_g qui est légèrement inclinée sur g^1 et par conséquent décentrée. Ces caractères sont ceux de l'albite. Il y a donc association d'albite avec une orthose anomale, dont l'orientation optique est à peu de chose près celle de l'orthose ordinaire, mais dont *le signe optique est nettement positif*. Il ne peut y avoir aucun doute relativement à ce signe. J'ai en effet examiné un grand nombre de sections g^1, contrôlées au point de vue de leur orientation par la valeur de l'éclairement commun qui se faisait toujours à + 37°, j'ai toujours constaté les petites oscillations indiquées dans la valeur de l'angle d'extinction; dans tous les cas la bissectrice aiguë était n_g; les hyperboles restaient en effet au bord ou à l'intérieur du champ; les facules d'albite servant de terme de comparaison, il ne peut subsister de doute dans l'interprétation de la figure d'interférence donnée par la bissectrice n_g. Vu l'état des cristaux, il ne m'a pas été possible de mesurer 2V, il est en tout cas relativement petit et probablement légèrement variable; j'ai en outre examiné dans les mêmes conditions un grand nombre de sections g^1 d'orthoses les plus diverses, pour servir de termes de comparaison, et j'ai pu ainsi reconnaître une fois de plus que l'orthose anomale est bien nettement positive.

» J'ajouterai que, antérieurement déjà, j'avais rencontré dans diverses roches acides quelques rares sections d'orthose qui présentaient cette anomalie, je n'y avais pas ajouté d'importance. J'ai depuis lors revu les sections qui renfermaient ces orthoses anomales. Dans la protogine du mont Blanc notamment, j'ai trouvé sur quelques spécimens, rares il est vrai, le même feldspath, s'éteignant à + 9 sur g^1, avec 2V petit, et bissectrice aiguë positive. Cette orthose spéciale se trouve parfois incluse dans de grandes plages d'orthose normale.

» Je propose le nom d'*isorthose* pour l'orthose anomale du granite de Troïtsk. »

PHYSIOLOGIE. — *Généralisation, par les voies nerveuses, de l'action des rayons* N *appliqués sur un point de l'organisme*. Note de M. **Augustin Charpentier**, présentée par M. d'Arsonval.

« Si l'on tient avec les doigts ou si l'on pose sur leurs extrémités un petit écran phosphorescent et qu'on lui laisse prendre son équilibre lumineux, l'éclat de cet écran augmente assez légèrement, mais sans aucun doute, si l'on vient à toucher, avec une source mobile de rayons N ou avec l'extrémité d'un fil amenant des radiations conduites, un point quelconque de la main, du bras ou, en général, de la surface du corps.

» L'action est déjà plus forte si la source touche la peau vis-à-vis d'un

nerf se distribuant à la main, surtout si le nerf en question fournit directement des rameaux aux points voisins de l'écran.

» On peut ainsi remonter le long des nerfs là où ils sont accessibles (cubital, médian, etc.), aux plexus, puis à la moelle, et ces parties, soumises à l'excitation des rayons N (à travers la peau chez l'homme), donnent à distance sur l'écran une augmentation de luminosité. Ici l'effet est plus accusé quand on agit sur la moitié de la moelle du même côté que l'écran, jusqu'au niveau du bulbe (partie inférienre de l'occipital), puis en remontant sur le cerveau à partir de cette région, l'effet devient croisé, c'est-à-dire qu'il domine quand on agit du côté opposé (mésocéphale et ganglions profonds).

» En déplaçant la source sur le côté du crâne, on trouve facilement un point limité où l'effet sur l'écran atteint son maximum et s'accumule même pendant un certain temps quand on maintient la source en place. Ce point, repéré autant qu'il est possible, semble bien être au niveau de la portion de la zone rolandique reconnue pour correspondre aux doigts tenant l'écran. On trouve que, si l'écran est sur l'index, le maximum d'excitation est situé plus bas que pour les autres doigts; il est encore abaissé si l'écran est sur le pouce; il remonte au contraire si l'on place l'écran sur le poignet, et encore davantage si on le transporte sur l'épaule. Enfin, pour l'écran placé sur le membre inférieur, la partie du crâne où se produit le minimum d'effet est encore déplacée vers le haut et se rapproche de la ligne médiane.

» Ces données, conformes aux résultats de l'expérimentation et de la clinique, permettent de faire une véritable recherche anatomique des voies nerveuses sur le vivant. Il est à remarquer que la même expérience, faite sur le côté gauche, donne des résultats *symétriques* de ceux obtenus sur le côté droit. Les points du crâne dont l'excitation produit à gauche un effet maximum sont situés contre la zone rolandique *droite*.

» L'excitation de ces points peut se faire, du reste, avec un résultat analogue d'une autre façon, par exemple par l'application de courants faradiques; mais cette application, pour produire une action suffisante sur l'écran, serait assez pénible pour le sujet; il y a tout bénéfice à employer les rayons N, qui ne sont pas sentis et qui, en outre, produisent un effet dynamogénique certain.

» L'expérience peut être variée et l'écran transporté sur une autre partie du corps avec les mêmes conséquences : réaction légère par excitation d'un point quelconque de la surface, réaction plus forte en suivant les voies nerveuses jusqu'aux centres, réaction nette par l'excitation de ceux-ci. Ainsi l'écran placé sur le cœur présente une augmentation d'éclat évidente quand la source de rayons N ou le fil conducteur sont placés sur le cou vis-à-vis du trajet du pneumogastrique et encore mieux vis-à-vis du bulbe à la partie inférieure de l'occipital, ou sur la région cervicale inférieure et dorsale supérieure de la moelle. L'écran au niveau de la vessie permet de délimiter le centre vésico-spinal, etc.

» L'application de rayons N sur des points périphériques du corps provoque inversement un effet visible sur l'écran placé contre les centres nerveux correspondants, mais cet effet est sensiblement moindre que la réaction précédente du centre sur la périphérie. Cela se conçoit si l'effet produit est en rapport, comme tout porte à le croire, avec la *densité* de la répartition de la substance nerveuse au lieu où agissent des rayons d'une intensité donnée.

» Un troisième groupe de faits comprend les cas où la transmission a lieu non plus du centre à la périphérie ou réciproquement, mais d'un point de la surface du corps *au point symétrique du côté opposé :* la réaction à distance de la source sur l'écran est alors particulièrement nette.

» Cette généralisation de l'action des rayons N en suivant les voies nerveuses n'a pas seulement une importance anatomique. En effet, leur action dynamogénique, déjà mise en évidence par certains côtés (accroissement de la sensibilité, excitations motrices sur l'iris), et que j'ai des raisons de croire plus générale, peut se faire sentir d'un point à l'autre de l'organisme en suivant la même loi de transmission.

» Je me contenterai de dire que j'ai observé l'accroissement des diverses sensibilités déjà étudiées (notamment de la sensibilité olfactive et de la sensibilité lumineuse) quand on produit le contact de la source de rayons N non plus avec l'organe sensoriel ou ses centres, mais avec un point éloigné tel que les doigts ou la main. L'action n'est évidemment pas comparable comme intensité avec celle du premier cas, mais elle n'en est pas moins réelle. (Il est bon que le contact soit, quand on le peut, opéré par un aide, pour éviter chez le sujet des contractions musculaires, capables de produire par elles-mêmes un certain effet excito-sensoriel.)

» Quant aux rayons N_1, dont j'ai fait connaître les effets affaiblissants sur la sensibilité, ils sont également susceptibles de produire ces mêmes effets à distance, à l'intensité près. »

PATHOLOGIE EXPÉRIMENTALE. — *Insuffisance de développement d'origine toxique (origine intestinale).* Note de MM. **Charrin** et **Le Play.**

« Depuis longtemps nous poursuivons des expériences relatives aux modifications que provoque, au sein de l'organisme, l'introduction par voie sous-cutanée et à doses répétées de produits provenant du tube digestif d'une série de nouveau-nés normaux ou malades (1).

(1) Habituellement pris à la sortie (par exception au sein même de l'iléon), le contenu intestinal, dilué dans 3 parties d'eau, a été stérilisé avec soin par de longues et successives tyndallisations à 57° ou 59°. Un chauffage plus élevé, la filtration sur porcelaine ou bougie détériorent, altèrent ou retiennent une foule de corps; d'autre part, les extraits n'entraînent que les éléments solubles dans l'excipient utilisé.

» Ces modifications portent sur nombre de tissus [1] : actuellement nous nous bornons à mettre en évidence les insuffisances, arrêts ou tares de développement observés chez de jeunes sujets.

» Toutes nos expériences, qui portent sur dix-huit animaux, fournissent des résultats comparables; nous en résumons deux :

» *Expérience I.* — Le 4 juin 1903, à deux lapins (lapin I, pesant 325^g, et lapin II, pesant 315^g), on commence à injecter, sous la peau et à doses égales, d'abord 1$^{cm^3}$ des matières intestinales en solution aqueuse. Toutefois, le premier animal reçoit des principes empruntés à des nourrissons chétifs, souffrant de gastro-entérites chroniques; le second, des substances puisées chez des rejetons sains.

» Un lapin III, moins lourd (300^g) et appartenant à la même portée que I et II, sert de témoin, autrement dit, vit dans des conditions identiques sans subir aucune injection.

» Le 7 juin, on injecte également à ces deux lapins, I et II, 1$^{cm^3}$; le 10, on introduit 2$^{cm^3}$; le 13, 2$^{cm^3}$,5; le 16, le 19 et le 22, on élève les deux doses à 3$^{cm^3}$; le 29 juin et le 4 juillet, à 3$^{cm^3}$,5; le 7, le 11 et le 14, à 4$^{cm^3}$. Le 17 juillet, le lapin II succombe; le lapin I meurt le 1er août 1903.

» Voici quelques-uns des poids enregistrés. — Le 29 juin, le lapin I pesait 800^g, le lapin II, 660^g; le témoin, 955^g; par jour et dans l'ensemble, le premier avait donc augmenté de 19^g, le second de 14^g et le troisième de 26^g. Par 24 heures, les gains des 18 derniers jours se sont en moyenne réduits, chez le lapin recevant des matériaux provenant de sujets malades, à 10^g, chez le lapin soumis à l'action des éléments recueillis auprès des enfants bien portants, à 9^g, et chez le témoin, à 19^g.

» Les résultats constatés montrent que, chez les deux premiers animaux, l'activité de la croissance, à partir du début des injections, est plus faible que chez le troisième. Si l'on prend ce troisième comme terme de comparaison, cette activité de croissance du lapin I, pendant le mois de juin, oscille entre les $\frac{4}{5}$ et les $\frac{4}{6}$ de celle du lapin III; celle du II, tout d'abord un peu supérieure à $\frac{1}{2}$, vers la fin devient inférieure à cette proportion.

» *Expérience II.* — Le 29 juin 1903, comme dans l'expérience I, on commence à injecter, sous la peau de deux lapins IV et V, de semblables doses de matières intesti-

(1) Tout en admettant des variétés de fréquence ou d'intensité en rapport avec la nature des organes, nous verrons plus tard combien sont multiples les lésions causées par des matériaux inclus dans l'intestin (lésions du foie, des reins, des capsules surrénales, du cœur, du sang, du névraxe; hémorragies; altérations de la peau, des poils, du squelette, des poumons, parfois infections secondaires; tares de la paroi intestinale, peut-être sous une influence cyto-toxique qui paraît déterminer une certaine activité cellulaire).

D'ailleurs, quelques-unes de ces tares (os, Spillmann; sang, Krasnow, etc.) ont déjà été étudiées; mais notre technique donne des résultats spéciaux.

nales provenant, pour le IV, de nouveau-nés atteints de gastro-entérites chroniques; pour le V, d'enfants en bonne santé. Un lapin VI de la même portée sert de témoin.

» Le 29 juin, on fait pénétrer 1^{cm^3} de ces solutions aqueuses; le 4 juillet, $1^{cm^3},5$; le 7, 2^{cm^3}; le 11, le 14 et le 17, 3^{cm^3}; le 25 et le 29, $3^{cm^3},5$; le 4 et le 8 août, 4^{cm^3}; le 13 et le 18, $4^{cm^3},5$. — Dans la nuit de ce 18 août au 19, le lapin V périt; le 24 du même mois, le lapin IV succombe.

» Si, de nouveau, nous comparons les marches de la croissance de chacun de ces animaux, nous reconnaissons que, durant les quatre premières semaines et par 24 heures, le lapin IV (poids initial, 280^g), en moyenne a pris 9^g; le lapin V (qui pesait, au début, 300^g), 8^g; le témoin (210^g le 29 juin), 14^g. Durant les 20 jours suivants, ces augmentations quotidiennes tombent respectivement à 4^g, à 2^g, à 12^g; en d'autres termes, chez l'animal recevant des éléments empruntés à des malades, cette activité de la croissance a fléchi d'un peu plus de $\frac{1}{2}$; chez le lapin V, soumis à l'influence des fèces des rejetons normaux, cet abaissement a atteint les $\frac{3}{4}$, pour n'être que de $\frac{1}{7}$ chez le témoin VI. A la suite de ces injections, il semble que, rapidement, cette progression du poids marche vers zéro : l'insuffisance tend vers l'arrêt du développement, vers le nanisme.

» Les différences de longueur des fémurs atteignent près d'un tiers.

» Ces constatations sont d'autant plus intéressantes que l'un de nous, en soumettant mâles et femelles à l'action prolongée des poisons microbiens (1), a obtenu des petits lapins, dont, parfois et malgré une longue survie, le poids n'a jamais dépassé 950^g. D'un autre côté, si de ces différents faits l'on rapproche nos observations concernant les tares d'évolutions des fils de mères infectées ou intoxiquées, on est amené à proclamer parallèlement le rôle joué, dans la genèse de ces insuffisances de développement (en agissant sur l'ensemble des cellules ou sur un viscère), par des principes nocifs d'origine bactérienne, organique ou intestinale. Remarquons toutefois que si cette propriété n'est pas uniquement réservée aux poisons du tube digestif, la clinique, en enseignant par des exemples analogues la fréquente intervention de ces corps, confère à nos recherches une singulière portée, en même temps théorique et pratique.

» Ajoutons que nos expériences prouvent que, normalement, le contenu intestinal renferme des éléments capables d'enrayer ce développement (2).

---

(1) CHARRIN et GLEY, *Société de Biologie*, 1890-1892.

(2) Dans de vieux foyers infectieux, la concurrence vitale, les influences antago-

Assurément et surtout au cours des processus aigus, dans ce contenu peuvent exister des composés toxiques particuliers; mais, pour une part, et c'est là une notion qui dérive nettement de nos recherches, le mal tient à la diminution ou à la disparition des multiples et complexes défenses que constitue la muqueuse digestive dans son intégrité. »

HYGIÈNE. — *Action de la formaldéhyde sur le lait.* Note de M. A. **Trillat**, présentée par M. Schlœsing fils.

« D'après les conclusions d'un travail récemment paru (1), l'emploi de la formaldéhyde dans le lait pourrait présenter de l'intérêt dans l'alimentation du premier âge afin d'éviter les causes de contamination. L'auteur suppose, sans en faire du reste la preuve évidente, qu'un pareil lait pourrait même présenter un plus grand caractère de digestibilité.

» Les expériences dont je donne ici le résumé tendent au contraire à faire rejeter l'adoption d'un semblable traitement pour les deux raisons suivantes : 1° la caséine du lait est rendue inassimilable en proportions plus ou moins grandes; 2° on retrouve toujours la formaldéhyde dans le lait tant que celui-ci n'est pas altéré. Ces deux inconvénients ne doivent pas être confondus, ils se superposent comme on le verra.

» I. J'ai déjà démontré en 1892 l'action paralysante de la formaldéhyde sur le ferment lactique et butyrique ainsi que l'action extraordinairement conservatrice excercée sur le lait (2). L'action du formol sur la caséine a été étudié de deux façons : (*a*), en examinant les coagulums obtenus par l'emprésurage de laits formolés à doses diverses; (*b*), en soumettant à l'action de la formaldéhyde des coagulums provenant de laits non formolés et en les examinant ensuite.

---

nistes, etc., sont susceptibles d'amoindrir la toxicité des produits; d'autre part, au travers d'une paroi lésée les poisons filtrent plus aisément.

Pour ces motifs, on comprend qu'à l'émission les fèces des nouveau-nés sains soient plus nuisibles que celles des rejetons malades. Toutefois, puisées dans la cavité même de l'iléon infecté, ces matières, chez l'animal et en injections intra-veineuses, ne sont pas toujours beaucoup plus offensives que dans les conditions normales.

(1) Von Behring, *Therapie der Gegenwart*. Berlin, 1904.

(2) *Comptes rendus*, 1er mai et 1er août 1892. *Bulletin de l'Association des chimistes de sucrerie*, juillet 1895. Voir aussi : Béchamp et Trillat, *Bulletin de la Société chimique de Paris*, 1892, p. 466.

» Dans les essais de la série (a), les échantillons de lait ont reçu des doses de formaldéhyde variant de $\frac{1}{5000}$ à $\frac{1}{20000}$. Après 24 heures de contact, on les a additionnés de présure, les coagulums formés ont été pesés puis débarrassés de leur matière grasse et finalement soumis à la digestion pepsique, comparativement à des témoins. Dans les essais de la série (b), on a réparti dans les solutions aqueuses de formaldéhyde variant de $\frac{1}{5000}$ à $\frac{1}{20000}$ des poids égaux de caséine fraîchement précipitée. Après 24 heures de contact, les échantillons de caséine étaient examinés comparativement à des témoins.

» *Résultats.* — 1° La présence de la formaldéhyde n'a pas empêché l'action de la présure de se produire, elle a été seulement légèrement ralentie aux doses employées; 2° le poids des coagulums a été le même partout; 3° soumis à la digestion pepsique, les laits formolés ont laissé des résidus dont le poids a toujours dépassé celui des laits témoins de 5 à 6 pour 100, sans que j'aie pu établir de proportionnalités avec les doses de formaldéhyde; 4° le poids de ces résidus s'est élevé de 10 à 30 pour 100 lorsque la caséine a été mise directement en contact avec les solutions aqueuses de formaldéhyde. Cette différence peut être attribuée à l'obstacle que peut opposer la matière grasse dans les essais de la série (a).

» Une expérience aussi simple que démonstrative consiste à placer sous une cloche de la caséine desséchée à basse température et un récipient contenant un peu de formaldéhyde. En faisant des prélèvements toutes les 2 heures, on constate que la solubilité de la caséine dans les liquides alcalins diminue rapidement; qu'après 12 heures de contact, son insolubilité est complète et qu'elle est devenue inattaquable par la pepsine, quoique son poids n'ait sensiblement pas varié.

» Si l'on examine les propriétés d'une caséine ayant ainsi subi le contact de la formaldéhyde, on trouve qu'elle est insoluble aussi bien dans les liqueurs acides que dans les liqueurs alcalines, même à fortes concentrations; elle est du reste inattaquable par la plupart des agents chimiques ou physiques : les traitements que je lui ai fait subir en vue de régénérer la caséine primitive et le résidu méthylénique [1] ont échoué.

» II. J'ai trouvé que lorsqu'on additionnait un lait de formaldéhyde aux doses actives de $\frac{1}{5000}$ ou de $\frac{1}{10000}$, on retrouvait la presque totalité de ces doses jusqu'au moment où le lait commençait à s'altérer. L'antiseptique n'est donc pas fixé à la matière albuminoïde ou plutôt il en faut seulement des traces pour que celle-ci subisse une transformation, comme le prouve l'exemple sous la cloche. Il en résulte que l'absorption d'un lait con-

(1) Voir les expériences et théories publiées à ce sujet dans la brochure *La Formaldéhyde*, 1895-1896. Carré et Naud, éditeurs, Paris.

servé au formol est pour ainsi dire synonyme de l'absorption de presque toute la dose de ce produit. Dès lors surgit un nouvel argument en défaveur de la méthode : c'est celui tiré de l'action exercée par l'aldéhyde formique sur la muqueuse, action d'ordre différent mais aussi énergique que dans le cas de la caséine. J'ai signalé des expériences qui ne peuvent laisser aucun doute à cet égard : les tissus absorbent l'aldéhyde formique aussi bien dans ses solutions très étendues (*Comptes rendus*, 1er mai 1892) qu'à l'état de vapeurs (*Comptes rendus*, 1er août 1892). On est donc en droit de se demander quelle pourra être la répercussion, aussi bien dans les actes de la digestion que sur l'activité de la muqueuse gastrique, de l'emploi journalier de laits formolés. D'autres considérations pourraient être invoquées : les deux que j'ai fait valoir suffisent, je le pense du moins, pour établir que l'usage du formol peut présenter des dangers, surtout dans l'alimentation des nourrissons, dont l'estomac serait constamment imprégné de cet antiseptique, et qu'il doit être prohibé, comme les autres antiseptiques, tant que des expériences démonstratives n'auront pas établi son innocuité. »

M. Émilien Grimal adresse une Note « Sur l'essence d'*Artemisia herba alba* d'Algérie ». (Extrait.)

« Par distillation aqueuse de l'herbe fraîche et non fleurie de l'*Artemisia herba alba* Asso (Composées), plante très commune en Algérie, où elle jouit parmi les populations indigènes d'un grand renom médical, j'ai obtenu, avec un rendement de 0,30 pour 100, une essence jaune verdâtre, de saveur camphrée, et d'odeur aromatique très agréable. . . . .

» Cette essence contient du camphène gauche, de l'eucalyptol, du camphre gauche, des acides caprylique et caprique combinés à un alcool terpénique non identifié. »

M. Balland adresse une Note « Sur le blé et l'orge de Madagascar ».

A 4 heures et demie l'Académie se forme en Comité secret.

La séance est levée à 5 heures.

G. D.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

Ouvrages reçus dans la séance du 15 février 1904.

Baltimore lectures on molecular dynamics and the wave theory of light, founded on Mr A.-S. Hathaway's stenographic report of twenty lectures delivered in Johns Hopkins University, Baltimore, in october 1884, followed by twelve appendices on allied subjects, by Lord Kelvin. Londres, C.-J. Clay et fils, 1904; 1 vol. in-8°. (Hommage de l'auteur.)

Mesure de l'activité physiologique des reins par le dosage de l'urée dans le sang et dans l'urine, par M. Nestor Gréhant. Paris, Masson et Cie, 1904; 1 fasc. in-8°. (Hommage de l'auteur.)

Revue générale de Botanique, dirigée par M. Gaston Bonnier, Membre de l'Institut; n° 181, 15 janvier 1904. Paris, Librairie générale de l'Enseignement; 1 fasc. in-8°.

Annales de l'Observatoire astronomique, magnétique et météorologique de Toulouse; t. V, renfermant une partie des travaux exécutés jusqu'en 1900 sous la direction de M. B. Baillaud, Directeur de l'Observatoire. Correspondant de l'Institut. Paris, Gauthier-Villars; Toulouse, Édouard Privat, 1902; 1 vol. in-4°.

M. B. Baillaud adresse en outre les quatre Opuscules suivants, dont il est l'auteur:

Comparaison des Catalogues méridiens de Toulouse et de Leipzig. — Application du photomètre à coin à la détermination des grandeurs photographiques des Pléiades. — Climat de Toulouse. — Application de la méthode de MM. P. et Pr. Henry à la réduction des clichés photographiques du Catalogue international à l'Observatoire de Toulouse. 4 fasc. in-8°.

Revue de Mécanique, publiée sous la direction de M. Haton de la Goupillière, Membre de l'Institut; t. XIV, n° 1, 31 janvier 1904. Paris, Vve Ch. Dunod; 1 fasc. in-4°.

La Revue électrique, publiée sous la direction de M. J. Blondin; 1re année, t. I, n° 1, 15 janvier 1904. Paris, Gauthier-Villars; 1 fasc. in-4°.

Bulletin de la Commission météorologique de la Haute-Garonne; t. I, 1er fasc. 1901, 2e fasc. 1902. Toulouse, Édouard Privat, 1903; 1 fasc. in-4°.

Bulletin de la Société d'encouragement pour l'Industrie nationale, publié sous la direction de M. E. Collignon; 103e année, t. CVI, n° 1, 31 janvier 1904. Paris, au siège de la Société; 1 fasc. in-4°.

Mémoires publiés par la Société d'encouragement pour l'Industrie nationale; année 1904, n° 1 : *Monographie agricole du Pas-de-Calais,* par M. Tribondeau. Paris, au siège de la Société; 1 fasc. in-4°.

Revue de Métallurgie, publiée avec le concours de la Société d'encouragement pour l'Industrie nationale. Directeur : Henry Le Chatelier. N° 1, janvier 1904; 1re Partie : *Mémoires.* Paris, Vve Ch. Dunod; 1 fasc. in-4°.

Mémoires de la Société nationale des Sciences naturelles et mathématiques de

Cherbourg, publiés sous la direction de M. L. Corbière, t. XXXIII, 2e fasc. Paris, J.-B. Baillière; Cherbourg, imp. E. Le Maout, 1903; 1 vol. in-8°.

Bulletin de la Société des Amis des Sciences naturelles de Rouen; 4e série, 38e année, 1er semestre 1902. Rouen, imp. Julien Lecerf, 1903; 1 vol. in-8°.

Assemblée générale des Actionnaires de la Banque de France du 28 janvier 1904, sous la présidence de M. Georges Pallain, *Gouverneur. Compte rendu au nom du Conseil général de la Banque et Rapport de MM. les Censeurs.* Paris, imp. Paul Dupont, 1904; 1 fasc. in-4°.

The colour-physiology of higher Crustacea, by Frederick Keeble and F.-W. Gamble. (*Philosoph. Trans.,* B, vol. CXCVI, 1904, p. 295-388.) Londres, Dulau et Cie, 1904; 1 fasc. in-4°.

Faune entomologique de l'Afrique tropicale. Longicornes, par Aug. Lameere : I. *Prioninæ.* (*Annales du Musée du Congo : Zoologie;* série III.) Bruxelles, Spineux et Cie, 1903; 1 fasc. in-f°.

Die Erde ein Electromagnet, oder das Gesetz des schroffen Ueberganges, von Marian Lukowski. Dortmund, 1904; 1 fasc. in-8°.

Bulletin of the geographical Society of Philadelphia; vol. VI, n° 1 : *Field work of the Peary Arctic Club,* 1898-1902, by R.-E. Peary. Philadelphie, 1904; 1 fasc. in-8°.

Geographical Society of Philadelphia : Charter, by-laws, list of members, december 1903. Philadelphie; 1 fasc. in-8°.

Annalen der schweizerischen meteorologischen Central-Anstalt, 38; Jahrgang, 1901. Zurich; 1 vol. in-4°.

Analele Institutului meteorologic al Romaniei, pub. de Stefan-C. Hepites si I.-St. Murat; t. XVI, anul 1900. Paris, Gauthier-Villars; Bukarest, F. Göbl fils, 1903; 1 vol. in-4°.

ERRATA.

(Séance du 7 mars 1904.)

Note de MM. *J. Lemoine* et *L. Chapeau,* Différents régimes de l'étincelle fractionnée par soufflage :

Page 624, les numéros des figures 2 et 4 ont été intervertis.

N° 11.

TABLE DES ARTICLES. (Séance du 14 mars 1904.)

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

NOMINATIONS.

CORRESPONDANCE.

N° 11.

SUITE DE LA TABLE DES ARTICLES.

PARIS. — IMPRIMERIE GAUTHIER-VILLARS,
Quai des Grands-Augustins, 55.

Le Gérant : GAUTHIER-VILLARS.

1904

PREMIER SEMESTRE.

COMPTES RENDUS

HEBDOMADAIRES

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES

PAR MM. LES SECRÉTAIRES PERPÉTUELS.

TOME CXXXVIII.

N° 12 (21 Mars 1904).

PARIS,

GAUTHIER-VILLARS, IMPRIMEUR-LIBRAIRE

DES COMPTES RENDUS DES SÉANCES DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES,

Quai des Grands-Augustins, 55.

1904

RÈGLEMENT RELATIF AUX COMPTES RENDUS

ADOPTÉ DANS LES SÉANCES DES 23 JUIN 1862 ET 24 MAI 1875

Les *Comptes rendus hebdomadaires des séances de l'Académie* se composent des extraits des travaux de ses Membres et de l'analyse des Mémoires ou Notes présentés par des savants étrangers à l'Académie.

Chaque cahier ou numéro des *Comptes rendus* a 48 pages ou 6 feuilles en moyenne.

26 numéros composent un volume.

Il y a deux volumes par année.

ARTICLE 1er. — *Impression des travaux de l'Académie.*

Les extraits des Mémoires présentés par un Membre ou par un associé étranger de l'Académie comprennent au plus 6 pages par numéro.

Un Membre de l'Académie ne peut donner aux *Comptes rendus* plus de 50 pages par année.

Toute Note manuscrite d'un Membre de l'Académie ou d'une personne étrangère ne pourra paraître dans le *Compte rendu* de la semaine que si elle a été remise le jour même de la séance.

Les Rapports ordinaires sont soumis à la même limite que les Mémoires; mais ils ne sont pas compris dans les 50 pages accordées à chaque Membre.

Les rapports et Instructions demandés par le Gouvernement sont imprimés en entier.

Les extraits des Mémoires lus ou communiqués par les Correspondants de l'Académie comprennent au plus 4 pages par numéro.

Un Correspondant de l'Académie ne peut donner plus de 32 pages par année.

Les *Comptes rendus* ne reproduisent pas les discussions verbales qui s'élèvent dans le sein de l'Académie; cependant, si les Membres qui y ont pris part désirent qu'il en soit fait mention, ils doivent rédiger, séance tenante, des Notes sommaires, dont ils donnent lecture à l'Académie avant de les remettre au Bureau. L'impression de ces Notes ne préjudicie en rien aux droits qu'ont ces Membres de lire, dans les séances suivantes, des Notes ou Mémoires sur l'objet de leur discussion.

Les Programmes des prix proposés par l'Académie sont imprimés dans les *Comptes rendus*, mais les Rapports relatifs aux prix décernés ne le sont qu'autant que l'Académie l'aura décidé.

Les Notices ou Discours prononcés en séance publique ne font pas partie des *Comptes rendus*.

ARTICLE 2. — *Impression des travaux des Savants étrangers à l'Académie.*

Les Mémoires lus ou présentés par des personnes qui ne sont pas Membres ou Correspondants de l'Académie peuvent être l'objet d'une analyse ou d'un résumé qui ne dépasse pas 3 pages.

Les Membres qui présentent ces Mémoires sont tenus de les réduire au nombre de pages requis. Le Membre qui fait la présentation est toujours nommé; mais les Secrétaires ont le droit de réduire cet Extrait autant qu'ils le jugent convenable, comme ils le font pour les articles ordinaires de la correspondance officielle de l'Académie.

ARTICLE 3.

Le *bon à tirer* de chaque Membre doit être remis à l'Imprimerie le mercredi au soir, ou, au plus tard, le jeudi à 10 heures du matin; faute d'être remis à temps, le titre seul du Mémoire est inséré dans le *Compte rendu* actuel, et l'extrait est renvoyé au *Compte rendu* suivant et mis à la fin du cahier.

ARTICLE 4. — *Planches et tirage à part.*

Les *Comptes rendus* ne contiennent ni planches, ni figures.

Dans le cas exceptionnel où des figures seraient autorisées, l'espace occupé par ces figures comptera pour l'étendue réglementaire.

Le tirage à part des articles est aux frais des auteurs; il n'y a d'exception que pour les Rapports et les Instructions demandés par le Gouvernement.

ARTICLE 5.

Tous les six mois, la Commission administrative fait un Rapport sur la situation des *Comptes rendus* après l'impression de chaque volume.

Les Secrétaires sont chargés de l'exécution du présent Règlement.

Les Savants étrangers à l'Académie qui désirent faire présenter leurs Mémoires par MM. les Secrétaires perpétuels sont priés de les déposer au Secrétariat au plus tard le Samedi qui précède la séance, avant 5h. Autrement la présentation sera remise à la séance suivante.

ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 21 MARS 1904,

PRÉSIDENCE DE M. MASCART.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur les groupes hypoabéliens.* Note de M. CAMILLE JORDAN.

« Un groupe hypoabélien est formé de substitutions linéaires qui laissent invariante une forme quadratique Φ mod 2 à $2n$ variables et de discriminant impair.

» Une transformation linéaire permet de réduire la forme Φ à l'un des deux types canoniques

$$\sum_1^n x_k y_k \qquad \text{ou} \qquad x_1^2 + y_1^2 + \sum_1^n x_k y_k.$$

» Il y a donc deux groupes hypoabéliens distincts correspondant à ces formes réduites.

» Le premier est dérivé des substitutions fondamentales suivantes :

$$L_i = | x_i, y_i \quad y_i, x_i |, \qquad M_{ik} = | x_i, y_k \quad x_i + x_k, y_k + y_i |$$

et le second, de celles des substitutions M_{ik} où les indices i, k sont > 1, jointes aux substitutions L_i et aux suivantes :

$$N = | x_1, y_1 \quad y_1, x_1 + y_1 |,$$
$$P = | x_1, y_1, y_2 \quad x_1 + y_1 + x_2, x_1, x_1 + x_2 + y_2 |.$$

» Une substitution hypoabélienne sera dite paire ou impaire suivant que

le nombre des facteurs de l'espèce L qui figurent dans son expression en produit de substitutions fondamentales sera pair ou impair.

» Nous avons établi autrefois par des considérations assez détournées que les substitutions paires contenues dans l'un G des groupes hypoabéliens forment un sous-groupe invariant. M. Dickson est arrivé au même résultat par une voie beaucoup plus directe et a assigné un caractère très simple permettant de discerner *a priori* si une substitution donnée est paire ou impaire (*Linear Groups*, n° 205).

» Il faut toutefois, pour appliquer ce criterium, commencer par ramener Φ à son type canonique; cette opération peut présenter quelque difficulté, surtout si, comme il arrive souvent, elle est donnée sous une forme où figurent (en apparence) des imaginaires de Galois. Mais on peut s'en dispenser, en donnant au criterium une forme nouvelle, complètement indépendante de l'expression de Φ.

» En effet, une substitution S étant donnée, nous avons montré (*Comptes rendus*, t. CXXXVIII, p. 537) qu'il suffisait de la réduire à la forme canonique pour reconnaître s'il existe ou non des formes quadratiques $\Phi \bmod 2$ qu'elle laisse invariantes. Dans le cas de l'affirmative, on aura le théorème suivant :

» Théorème. — *La substitution* S *sera paire ou impaire, suivant que, dans son expression canonique, le nombre des séries formées par les variables sera pair ou impair.*

» Tout se réduira donc à la discussion du déterminant caractéristique de S et du système de ses mineurs.

» Nous allons indiquer en quelques mots la marche de la démonstration :

» 1° Si Φ est une somme de fonctions partielles Φ_1, Φ_2, .., contenant des variables différentes, soient G_1 le groupe des substitutions qui, opérées sur les variables de Φ_1, la laissent invariante; G celui des substitutions qui laissent Φ invariante. Toute substitution de G_1 appartiendra évidemment à G et aura dans ce nouveau groupe la même parité que dans le groupe G_1;

» 2° Toute substitution hypoabélienne d'ordre impair est paire;

» 3° Le théorème sera vrai pour une substitution hypoabélienne quelconque, s'il l'est pour les substitutions abéliennes dont l'ordre est une puissance de 2.

» On peut d'ailleurs le supposer établi pour les substitutions où le nombre des variables est moindre, ou le nombre des séries plus grand que dans la substitution que l'on considère.

» Les lemmes précédents permettent de ramener le cas général aux cas particuliers suivants :

» 1° La substitution S est de la forme

$$S = \begin{vmatrix} x_0, x_1, \ldots, x_m & x_0, x_1 + x_0, \ldots, x_m + x_{m-1} \\ y_0, y_1, \ldots, y_m & y_0, y_1 + y_0, \ldots, y_m + y_{m-1} \end{vmatrix}$$

et la forme Φ est bilinéaire par rapport aux x et aux y. Dans ce cas, S sera un produit de substitutions M_{ik}; elle sera donc paire et le théorème sera démontré.

» 2° S ayant encore la forme précédente, et m étant un nombre pair $2n$, Φ peut être ramenée (par une transformation qui n'altère pas S) à la forme

$$x_0(x_0 + y_{2n} + x_{2n-1} + C_{n-1}^1 x_{2n-2} + \ldots + x_n) + \Psi,$$

où Ψ ne contient plus les variables x_0, y_{2n}.

» La substitution T qui remplace x_0 par $x_0 + y_{2n} + x_{2n-1} + \ldots + x_n$ laisse Φ invariable et elle est impaire. Et pour démontrer que S est paire, comme le veut le théorème, il suffira d'établir que ST est impaire.

» Or, soit $n = 2^\lambda q$ (q impair). Le déterminant caractéristique de ST est, comme on le voit aisément, égal à

$$[\rho^q + (1-\rho)^{2q}]^{2\lambda}(1-\rho)^{2n-2} \qquad (\text{mod } 2).$$

» Il a $2q+1$ racines distinctes; d'ailleurs, ses mineurs n'ont pas de diviseur commun; donc, dans la forme canonique de ST, les variables forment $2q+1$ séries; donc ST est impaire, le théorème étant supposé vrai si le nombre des séries surpasse 2.

» 3° La substitution S a la forme

$$S = |x_0, x_1, \ldots, x_{2n-1} \quad x_0, x_1 + x_0, \ldots, x_{2n-1} + x_{2n-2}|$$

et Φ peut être ramenée à la forme

$$x_0(x_0 + x_{2n-1} + C_{n-1}^1 x_{2n-2} + \ldots + x_n) + \Psi,$$

Ψ ne contenant plus les variables x_0, x_{2n-1}.

» La substitution T, qui remplace x_0 par

$$x_0 + x_{2n-1} + C_{n-1}^1 x_{2n-2} + \ldots + x_n,$$

sera hyperabélienne impaire et, pour établir que S est impaire comme le veut le théorème, nous aurons à montrer que ST est paire.

» Or le déterminant caractéristique de ST est égal, si $n = 2^\lambda q$ (q impair), à

$$[\rho^q + (1-\rho)^{2q}]^{2\lambda} \quad (\text{mod } 2).$$

Il a $2q$ racines distinctes et ses mineurs n'ont pas de diviseur commun. Donc, dans la forme canonique de ST, les variables forment $2q$ séries; donc ST est paire.

» 4° La substitution S ayant la même forme que dans le cas précédent, Φ peut être ramenée à la forme

$$x_0(x_0 + x_{2n-1} + C_{n-1}^1 x_{2n-2} + \ldots + x_n + x_{2n-3} + C_{n-2}^1 x_{2n-4} + \ldots + x_{n-1}) + \Psi,$$

Ψ ne contenant plus x_0 ni x_{2n-1}.

» La substitution T qui remplace x_0 par

$$x_0 + x_{2n-1} + C_{n-1}^1 x_{2n-2} + \ldots + x_n + x_{2n-3} + C_{n-2}^1 x_{2n-4} + \ldots + x_{n-1}$$

sera hypoabélienne impaire.

» Ici encore ST est paire, car son déterminant caractéristique est égal à

$$\rho^n + (1-\rho)^{2n} + (1-\rho)^2 \rho^{n-1} \qquad (\text{mod } 2),$$

et ses $2n$ racines sont toutes inégales. Les variables de ST forment donc $2n$ séries ne contenant chacune qu'une seule variable. »

CHIMIE MINÉRALE. — *Nouvelles recherches sur la densité du fluor.* Note de M. **Henri Moissan.**

« Après avoir isolé et préparé le fluor à l'état de pureté, nous en avons pris la densité au moyen d'un petit flacon de platine [1], dont la forme était analogue à l'appareil de Chancel. Bien que cet appareil ne pût contenir que 100^{cm^3} de gaz, à cause de sa facile conductibilité pour la chaleur, il nous a permis d'obtenir le nombre 1,260. Ce chiffre différait donc un peu de la densité théorique obtenue en multipliant la densité de l'hydrogène 0,06927 par le poids atomique ordinaire du fluor 19. Cette densité théorique était de 1,316. Le chiffre expérimental que nous avons

(1) H. Moissan, *Le fluor et ses composés*, p. 87, Paris, Steinheil, et *Comptes rendus*, t. CIX, 1889, p. 861.

obtenu étant inférieur au chiffre théorique, M. Brauner s'est demandé si le gaz, préparé dans nos appareils à électrolyse, ne renfermait pas un certain nombre d'atomes libres de fluor F mélangé aux molécules F^2 ([1]). Cette interprétation pouvait rendre compte de la puissante affinité chimique du fluor.

» Comme nous avons démontré, depuis ces premières recherches, que le fluor, bien exempt d'acide fluorhydrique, n'attaquait pas le verre sec et propre, nous avons pu reprendre cette détermination dans de nouvelles conditions.

» Depuis que nous avons utilisé l'emploi d'un mélange d'acétone et d'acide carbonique ([2]) pour refroidir, à — 80°, le petit condensateur qui fait suite à notre appareil à électrolyse, nous avons supprimé, dans toutes nos préparations du fluor, les deux tubes à fluorure de sodium qui devaient retenir les dernières traces d'acide fluorhydrique. Nous avons cru cependant devoir les rétablir pour cette détermination de la densité du fluor. Ces tubes servaient aussi à ramener le gaz à la température du laboratoire.

» Un ballon de Chancel, bien sec et débarrassé des poussières organiques qu'il peut contenir, est rempli, tout d'abord, d'azote pur et sec à une température et sous une pression déterminée. On le pèse ensuite en faisant la tare au moyen d'un ballon de verre identique. Ce ballon est rempli de fluor et on le pèse à nouveau en notant la température et la pression. La différence entre les deux pesées permet de déterminer le poids du fluor et, par suite, la densité de ce gaz lorsque l'on connaît le volume du ballon.

» Dans la première partie de l'expérience, on s'assure que le ballon est plein d'azote pur, en faisant l'analyse d'un échantillon du gaz qui traverse l'appareil.

» Comme il n'est pas possible d'opérer de même avec le fluor, il faut tenir compte de l'azote qui reste dans le ballon après la pesée. Pour cela, on retourne l'appareil sur de l'eau bouillie et l'on ouvre le robinet supérieur. L'eau qui entre dans le ballon est décomposée par le fluor et fournit de l'oxygène ozonisé qui est ramené à l'état d'oxygène par une simple élévation de température obtenue en chauffant légèrement le fond du ballon. Le gaz restant est mesuré ; soit V', son volume. Par l'analyse, on détermine exactement le volume V'' d'azote qu'il contient. Si V est le

(1) Brauner, *Z. anorg. Chem.*, t. VII, 1894, p. 1.

(2) H. Moissan, *Sur une nouvelle méthode de manipulation des gaz liquéfiés en tubes scellés* (*Comptes rendus*, t. CXXXIII, 1901, p. 768).

volume du ballon, le volume du fluor sera $V^F = V - V''$. On aurait pu déduire directement le volume du fluor du volume d'oxygène correspondant à V', d'après l'analyse du mélange. Mais ce volume V' qui est voisin de 75^{cm^3} à 80^{cm^3} ne peut être lu dans une éprouvette avec une grande précision. Au contraire, le volume V du ballon peut être déterminé par double pesée avec une erreur inférieure à $0^{cm^3},1$. Le petit volume de l'azote peut être aussi déterminé avec une grande exactitude.

» *Dispositions des expériences* (¹). — Cette détermination a été conduite de la façon suivante : un gazomètre était rempli d'azote préparé par un procédé chimique et ne renfermant pas plus de 1 pour 100 d'oxygène. Ce gaz impur est alors chassé dans un long tube de porcelaine chauffé et rempli d'une colonne de tournure de cuivre, préparée avec soin. Le gaz est ensuite séché par de l'acide sulfurique, puis par de la potasse fondue. A la sortie du sécheur, l'azote est rigoureusement pur et sec. Ce gaz traverse ensuite un robinet à trois voies dont l'une des voies communique avec le ballon de Chancel et l'autre avec l'appareil à fluor. Au début de l'expérience, on emplit tout l'appareil d'azote. Enfin, comme la précision de cette détermination dépend en grande partie de la mesure exacte de la température du gaz, nous avons disposé un thermomètre très sensible indiquant facilement le $\frac{1}{10}$ de degré dans le tube de verre qui joint le ballon de Chancel au robinet à trois voies. En un mot, nous pouvons faire traverser le ballon de Chancel par un courant pur et sec d'azote et à un moment donné, grâce au robinet à trois voies, le faire traverser par un courant de fluor.

» Le gaz qui sort du ballon de Chancel peut être recueilli, au besoin, sur le mercure et analysé. Dans la première partie de l'expérience (ballon plein d'azote), on enlève le tube abducteur lorsque l'appareil est rempli d'azote pur et sec pour que la pression soit égale à la pression atmosphérique. On prend la température du gaz, la pression, on ferme le ballon et, avec une pince en bois, il est porté sur la balance où son poids est déterminé par double pesée.

» Dans la deuxième partie de l'expérience, on réunit la tubulure du ballon de Chancel à la branche du robinet à trois voies qui contient le thermomètre. Cette réunion se fait de la façon suivante : les deux tubes ont été choisis, au préalable, de façon qu'ils puissent entrer à frottement très doux l'un dans l'autre. Une goutte de paraffine est versée à

(¹) Ces expériences ont été faites dans une salle qui n'était pas chauffée et dont la température était peu variable.

l'extrémité du tube extérieur de plus grand diamètre et l'on obtient ainsi une fermeture suffisante, la paraffine étant protégée par le mince cylindre gazeux inerte qui reste dans l'espace annulaire.

» Après que l'on a fait passer plusieurs litres de fluor à travers le ballon, en faisant arriver régulièrement ce gaz à la partie inférieure de l'appareil, on note la température, la pression, puis l'on ferme le ballon. On gratte soigneusement la gouttelette de paraffine de la tubulure latérale en évitant de toucher au ballon, puis on le porte sur la balance et on le pèse comme précédemment.

» Le ballon est ensuite retourné sur la cuve à eau ; on l'ouvre et après absorption, puis décomposition de l'ozone, on recueille le gaz restant dans une éprouvette graduée. Le volume en est déterminé. Enfin, on fait une double analyse de ce gaz sur une dizaine de centimètres cubes.

» Tous ces éléments permettent de déterminer la densité du gaz. Soient P^{Az} et P^{F} les poids du ballon plein d'azote puis de fluor, et soit P^{air} le poids du ballon tare, nous avons :

$$P^{Az} + 5^{g},0370 = P^{air} \qquad T = 17^{\circ},4 \qquad H = 739,90$$
$$P^{F} + 4^{g},9742 = P^{air} \qquad T = 17^{\circ},5 \qquad H = 740,85$$

d'où

$$P^{F} = P^{Az} + 0^{g},0628.$$

» Calculons P^{Az}. Le poids du litre d'azote pris à 0° et à 760^{mm} étant $1^{g},251$ et le volume du ballon $159^{cm^3},2$, nous avons

$$P^{Az} = 159^{cm^3},2 \times \frac{739,9}{760} \times \frac{1}{1 + 0,00366 \times 17,4} \times 1,251 = 181^{mg},05 ;$$

d'où

$$P^{F} = P^{Az} + 0^{g},0628 = 181^{mg},05 + 62^{mg},8 = 243^{mg},85.$$

» Après décomposition de l'eau par le fluor, il restait dans le ballon le volume V'

$$V' = 62^{cm^3},5 \qquad T = 15^{\circ} \qquad H = 742,3.$$

» Nous avons pris $11^{cm^3},5$ de ce mélange qui, après analyse, soit par le pyrogallate, soit par le phosphore à chaud, nous a fourni un résidu de $1^{cm^3},05$.

» Le volume d'azote qui restait dans le ballon, ramené à 0° et à 760^{mm}, est donc :

$$62^{cm^3},5 \times \frac{1,05}{11,5} \times \frac{742,3}{760} \times \frac{1}{1 + 0,00366 \times 15} = 5^{cm^3},28.$$

» Le poids de cet azote résiduel est de $5,28 \times 1,251 = 6^{mg},60$.

» Le volume du mélange de fluor et d'azote, ramené à 0° et à 760^{mm}, était :

$$159^{cm^3},2 \times \frac{1}{1+17,5 \times 0,00366} \times \frac{740,85}{760} = 145^{cm^3},86.$$

» Nous avons donc, en désignant par P et par V le poids et le volume du fluor,

$$P = 243^{mg},85 - 6,60 = 237^{mg},25.$$

$$\text{Poids du litre à 0° et à } 760^{mm} : \frac{P}{V} = 1,694.$$

$$V = 145^{cm^3},86 - 5^{cm^3},28 = 140^{cm^3},57.$$

$$\text{Densité : } \frac{P}{V \times 1,293} = 1,298.$$

» Trois autres déterminations ont été faites avec le même appareil et en prenant les mêmes précautions. Les chiffres obtenus sont très voisins.

» En résumé, ces nouvelles expériences nous ont donné les chiffres : 1,298, 1,319, 1,313 et 1,312, soit pour les quatre expériences, qui ont été répétées dans les mêmes conditions, la moyenne de 1,31. La densité théorique serait, d'après nos déterminations (¹) du poids atomique du fluor,

$$0,06927 \times 19,05 = 1,319.$$

» Par conséquent, les deux chiffres sont très voisins et nous pouvons admettre comme densité expérimentale du fluor le chiffre 1,31. Ces recherches doivent donc éloigner toute idée de l'existence d'atomes libres dans le gaz fluor. »

MÉDECINE. — *Sur un Trypanosome d'Afrique pathogène pour les Équidés, Tr. dimorphon* Dutton et Todd. Note de MM. **A. Laveran** et **F. Mesnil**.

« MM. les Drs Dutton et Todd, au cours de leurs très intéressantes recherches sur la trypanosomiase humaine, ont découvert, chez des chevaux de Gambie, un nouveau Trypanosome auquel ils ont donné le nom de *Tr. dimorphon* (²).

(¹) H. Moissan, *Recherches sur le poids atomique du fluor* (*Comptes rendus*, t. CXI, p. 570).

(²) J.-E. Dutton et J.-H. Todd, *Brit. med. Journal*, 19 septembre 1903, p. 650,

» Grâce à l'extrême obligeance de MM. Dutton, Todd et Annett nous avons pu étudier comparativement *Tr. gambiense*, agent de la trypanosomiase humaine, et *Tr. dimorphon;* nous nous proposons de résumer, dans cette Note, les principaux résultats de nos recherches concernant ce dernier parasite.

» Sur 36 chevaux examinés par Dutton et Todd, 10 avaient des Trypan. dans le sang; 2 d'entre eux ont été observés à Maka, poste français à peu de distance de la rivière Gambie.

» Cette trypanosomiase des chevaux est à marche lente; elle peut durer plus d'une année. Les symptômes sont peu accusés : au début, fièvre légère (la température ne dépasse guère 39°), perte de vigueur, amaigrissement lent, léger écoulement blanchâtre des yeux. Le parasite n'est décelé d'ordinaire, par l'examen microscopique, qu'au moment des poussées fébriles; dans les derniers temps de la vie, alors que la température est presque toujours très élevée (jusqu'à 40°,5), les parasites arrivent cependant à être très nombreux.

» Chez aucun des chevaux malades Dutton et Todd n'ont observé d'œdème de l'abdomen, du scrotum ni des membres, ni de hérissement du poil.

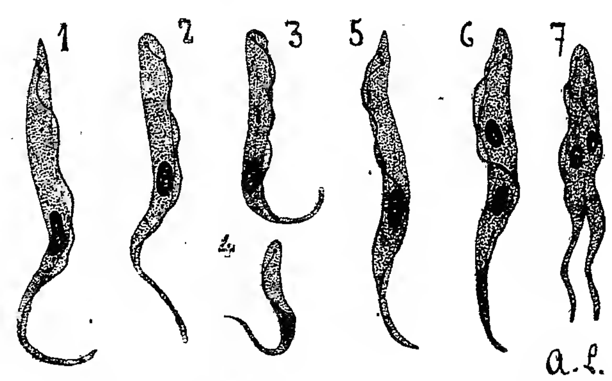
» *Caractères morphologiques de* Tr. dimorphon. — Le parasite, aussi bien chez les chevaux infectés naturellement que chez les animaux de laboratoire (rats, souris, etc.), est de dimensions très variables. Il y a de petites formes (*fig.* 4) de 10^{μ} de long sur $0^{\mu},7$ de large, à extrémité postérieure arrondie, à centrosome presque terminal, à membrane ondulante très peu développée; le corps va en s'amincissant graduellement de l'extrémité postérieure à l'extrémité antérieure; la membrane ondulante ne se termine pas par un flagelle libre.

» Les grandes formes (*fig.* 1 et 2) ont en moyenne 22^{μ} de long sur $1^{\mu},5$ de large; l'extrémité postérieure est arrondie ou en tronc de cône; la membrane ondulante, bien que mieux développée que chez les petites formes, est relativement peu plissée; de même que chez les petites formes, le protoplasme du corps proprement dit accompagne le flagelle jusqu'à son extrémité antérieure; il n'y a donc pas de flagelle libre.

---

et *First Report of the Trypanosomiasis exped. to Senegambia* (1902) (*Travaux de l'École de médecine tropicale de Liverpool, Mémoire XI*, 1903). Il résulte d'une lettre qui a été adressée à l'un de nous par M. le Dr Annett de Liverpool que le nom de *Tr. dimorphon* a été donné au nouveau Trypanosome.

» D'après nos observations, cette absence de flagelle libre est *constante* chez toutes les formes de *Tr. dimorphon* et paraît caractéristique de cette espèce ([1]).



Trypanosoma dimorphon. — 1 et 2, grandes formes. — 3, forme moyenne. — 4, petite forme. — 5, 6, 7, formes en voie de division. Grossissement 2000 D environ.

» Il existe une série de formes de passage entre la variété courte et la variété allongée (exemple : *fig.* 3). On ne peut regarder la première comme un état jeune de la seconde, car l'une et l'autre sont capables de se reproduire par division longitudinale égale, suivant le type bien connu pour la plupart des Trypanosomes. Les figures 5 à 7 représentent divers stades de cette division. Le protoplasme des *Tr. dimorphon* se colore assez fortement; les granulations y sont rares.

» *Action pathogène de* Tr. dimorphon. — Dutton et Todd ont étudié comparativement l'action pathogène de *Tr. dimorphon* et de *Tr. gambiense* sur des Mammifères variés. Les faits qu'ils ont constatés, joints à ceux que nous avons pu recueillir de notre côté, permettent d'affirmer que, d'une façon générale, la virulence de *Tr. dimorphon* est plus forte que celle de *Tr. gambiense,* mais moindre que celle de *Tr. Brucei.* La différence d'action de ces trois Trypanosomes sur les *souris* et les *rats* est très nette. *Tr. gambiense* produit chez les *souris* une infection légère (les Trypanosomes sont rarement vus à l'examen microscopique) qui se termine par la

([1]) Chez les Trypanosomes pathogènes du type *Brucei,* il existe aussi de pareilles formes; mais elles sont loin de constituer la règle comme ici. Broden (*Bull. Soc. études colon.*, févr. 1904) vient de signaler des Trypanosomes sans flagelle libre qu'il a trouvés chez un âne et deux moutons de Léopoldville; inoculés au macaque et au cobaye, les Trypanosomes du mouton, que Broden propose d'appeler *Tr. congolense,* donnent des formes avec court flagelle libre.

guérison. *Tr. Brucei* leur donne une infection aiguë à marche extrêmement rapide (3 à 5 jours). *Tr. dimorphon* détermine une infection tantôt aiguë à marche assez rapide (au moins 8 jours) tantôt à marche lente (pouvant durer plus de 4 mois), mais se terminant toujours par la mort. Dans un cas comme dans l'autre, les Trypanosomes, durant le cours de l'infection, sont généralement nombreux à l'examen microscopique. Si la maladie se prolonge, l'hypertrophie de la rate atteint des proportions inouïes et est véritablement caractéristique. La souris est déformée, on sent facilement au palper la rate énorme formant une tumeur abdominale. Chez deux souris de 24^g à 25^g où la maladie a duré 92 et 111 jours, les rates pesaient respectivement $2^g,62$ et $2^g,55$. Même quand la maladie évolue en 1 à 2 semaines, le poids de la rate d'une souris de 20^g n'est jamais inférieur à $0^g,40$, c'est-à-dire encore 6 fois le poids normal.

» Chez les *rats*, la marche de l'infection à *Tr. dimorphon* est sensiblement la même que chez les souris; nous trouvons comme durée moyenne 23 jours; maximum 42 jours, minimum 10 jours. Les Trypan. sont généralement nombreux. A l'autopsie, la rate est considérablement hypertrophiée; chez un rat de 125^g, qui a résisté 42 jours, elle pesait 5^g.

» Les *lapins* et *cobayes* présentent des infections plus légères, durant un temps variable (de moins de 1 mois à 4 mois) : les Trypan. manquent souvent à l'examen microscopique, et ne sont jamais nombreux. Les animaux succombent sans lésions oculaires. Un lapin a montré des signes de paralysie.

» Un *chien* a succombé en 25 jours avec fièvre continue (poussées jusqu'à 41°); les Trypan., rares ou même absents à l'examen microscopique du 10e au 23e jour, n'ont été assez nombreux que les deux derniers jours. La rate avait sextuplé de poids. La marche de la maladie a été analogue chez trois chiens inoculés par Dutton et Todd; en revanche, ces savants ont infecté une chienne qui était encore vivante et vraisemblablement guérie, 10 mois et demi plus tard.

» Nous avons infecté deux *chèvres*, par inoculation sous la peau de l'oreille, de sang de rat, avec *Tr. dimorphon.* L'une d'elles (A) a succombé en 12 jours et demi à une infection aiguë. 6 jours après l'inoculation, la température est à 39°,5; le lendemain et le surlendemain, à 40°,6; les jours suivants, 41°, 40°,5, 40°,5 et 39°,5. Les Trypan., rares 7 jours après l'inoculation, ont été assez nombreux du 8e jour jusqu'à la mort.

» L'autre chèvre (B) est encore vivante (elle a été inoculée le 28 décembre 1903) et paraît en voie de guérison. La maladie a débuté comme

chez la chèvre A : forte fièvre, Trypan. assez nombreux à l'examen microscopique. Mais ensuite, la température est revenue peu à peu, par une série d'oscillations, à la normale; les Trypan. sont devenus rares; ils ont été vus à l'examen microscopique journalier pendant un mois; depuis lors, cet examen est toujours négatif; mais une souris, inoculée avec $0^{cm^3},5$ de sang de la chèvre pris au bout de 2 mois, a contracté une infection. L'état général est bon.

» La marche de la maladie chez cette chèvre ressemble beaucoup à celle des deux chèvres de Dutton et Todd.

» Nous avons enfin inoculé, le 13 novembre 1903, un *cheval* hongre, sous la peau de l'encolure, avec $0^{cm^3},5$ de sang dilué de rat. Les 23 et 24 novembre, poussée à 39°,4; le 24, Trypan. très rares dans le sang. La température est normale du 25 au 30. Dans la nuit du 1er au 2 décembre, elle atteint 41° pour redescendre à 37°,5 le 3; nouvelles poussées à 39°,5 le 5, à 39°,1 le 11, à 39° le 24 décembre; dans les intervalles et depuis le 24 décembre, la température est entre 37° et 38°. Les Trypan. ont été visibles à l'examen microscopique à peu près tous les jours, du 30 novembre au 5 janvier, toujours plus ou moins rares. Depuis le 5 janvier, ils n'ont été vus qu'une fois, le 2 février. Le 26 février, $0^{cm^3},5$ de sang injectés dans le péritoine d'une souris, produisent l'infection après une longue incubation; le 12 mars, $2^{cm^3},5$ de sang n'ont pas encore infecté un rat.

» Le 1er janvier, les bourses du cheval sont distendues; le 3, on remarque une large plaque d'œdème bien caractérisé vers le milieu de la région ventrale; cette plaque a persisté 1 mois et demi environ. A remarquer cet œdème qui rappelle tout à fait l'œdème des chevaux naganés et qui, d'après Dutton et Todd, fait défaut chez les chevaux malades de Gambie.

» *Individualité de* Tr. dimorphon. — La trypanosomiase des chevaux de Gambie existant côte à côte avec la trypanosomiase humaine, il y avait lieu de se demander si les deux agents de ces maladies, *Tr. dimorphon* et *Tr. gambiense*, étaient réellement des espèces distinctes. Nous sommes d'accord, avec Dutton, Todd et Annett pour résoudre la question par l'affirmative :

» 1° Morphologiquement, *Tr. dimorphon* diffère de *Tr. gambiense* comme de tous les autres Trypan. bien caractérisés jusqu'à ce jour;

» 2° Les animaux ayant acquis l'immunité pour *Tr. gambiense* sont sensibles à *Tr. dimorphon*. C'est ce que nous avons constaté pour les souris. Nous devons même faire remarquer que, chez ces souris (6 en tout), l'infection à *Tr. dimorphon* a toujours été du type aigu;

» 3° Le sérum humain, inefficace sur *Tr. gambiense,* a, au contraire, une action évidente, quoique plus faible que dans le Nagana, le Surra et le Caderas, sur *Tr. dimorphon* (¹).

» Il était également utile de comparer *Tryvanosoma dimorphon* avec les divers agents des autres trypanosomiases animales. Les différences morphologiques entre *Tr. dimorphon* et les autres Trypanosomes, les particularités de son action sur les divers Mammifères sensibles, laissaient déjà peu de doutes sur son individualité. Il ne saurait en subsister aucun à la suite de nos expériences sur les deux chèvres dont nous avons parlé plus haut. La chèvre A (celle qui a succombé si rapidement) avait, en effet, l'immunité à la fois contre le Nagana, le Caderas et le Surra; la chèvre B avait l'immunité contre le Caderas et le Surra; toutes les deux à la suite d'infections terminées par la guérison, dues aux Trypan. de ces diverses maladies.

» L'histoire des trypanosomiases est difficile à faire en Afrique, à cause de la multiplicité de ces maladies et de la grande ressemblance morphologique de quelques-uns des Trypanosomes qui les produisent. Il faut donc s'efforcer de séparer les différentes espèces en recherchant les caractères distinctifs de chacune d'elles; c'est ce que nous avons cherché à faire pour *Tr. dimorphon.* Il résulte de nos observations, comme de celles de MM. Dutton, Todd et Annett, que *Tr. dimorphon* est une espèce bien caractérisée, bien distincte, notamment, de *Tr. Brucei* et de *Tr. gambiense.* »

MÉCANIQUE. — *Sur quelques formules utiles pour discuter la stabilité d'un milieu vitreux.* Note de M. **P. Duhem.**

« Dans une Note précédente (²), nous avons déjà établi une condition nécessaire pour la stabilité d'un milieu vitreux; on en peut établir une seconde, plus étroite, dont la justification nécessite la démonstration préalable de quelques formules que nous présenterons aujourd'hui à l'Académie.

» Nous considérerons un milieu vitreux illimité et nous supposerons

(¹) A. Laveran, *Comptes rendus,* séance du 22 février 1904, p. 450.

(²) *D'une condition nécessaire pour la stabilité initiale d'un milieu élastique quelconque* (*Comptes rendus,* t. CXXXVIII, p. 541; séance du 29 février 1904).

que, quel que soit t, ξ, η, ζ, ξ', η', ζ' s'annulent à l'infini de la même manière que la fonction potentielle de masses situées à distance finie.

» Quels que soient ξ, η, ζ, nous poserons

$$(1)\quad \begin{cases} \theta = \dfrac{\partial\xi}{\partial a} + \dfrac{\partial\eta}{\partial b} + \dfrac{\partial\zeta}{\partial c}, \\ \omega_1 = \dfrac{\partial\zeta}{\partial b} - \dfrac{\partial\eta}{\partial c}, \quad \omega_2 = \dfrac{\partial\xi}{\partial c} - \dfrac{\partial\zeta}{\partial a}, \quad \omega_3 = \dfrac{\partial\eta}{\partial a} - \dfrac{\partial\xi}{\partial b}. \end{cases}$$

» En tout point du milieu et à tout instant, on a

$$(2)\quad (\lambda + 2\mu)\Delta\theta + (\Lambda + 2\mathrm{M})\frac{\partial}{\partial t}\Delta\theta - \rho_0 \frac{\partial^2\theta}{\partial t^2} + \ldots = 0,$$

$$(3)\quad \begin{cases} \mu\Delta\omega_1 + \mathrm{M}\dfrac{\partial}{\partial t}\Delta\omega_1 - \rho_0 \dfrac{\partial^2\omega_1}{\partial t^2} + \ldots = 0, \\ \mu\Delta\omega_2 + \mathrm{M}\dfrac{\partial}{\partial t}\Delta\omega_2 - \rho_0 \dfrac{\partial^2\omega_2}{\partial t^2} + \ldots = 0, \\ \mu\Delta\omega_3 + \mathrm{M}\dfrac{\partial}{\partial t}\Delta\omega_3 - \rho_0 \dfrac{\partial^2\omega_3}{\partial t^2} + \ldots = 0, \end{cases}$$

$+\ldots$ désignant, dans toutes ces formules, des termes qui sont infiniment petits au moins du second ordre lorsque ξ, η, ζ, ξ', η', ζ' et leurs dérivées partielles du premier ordre en a, b, c sont infiniment voisins.

» Considérons les quatre expressions

$$(4)\quad \Phi = (\lambda + 2\mu)\int(\Delta\theta)^2\, d\varpi,$$

$$(5)\quad \psi = \rho_0\int\left[\left(\frac{\partial\theta'}{\partial a}\right)^2 + \left(\frac{\partial\theta'}{\partial b}\right)^2 + \left(\frac{\partial\theta'}{\partial c}\right)^2\right] d\varpi,$$

$$(6)\quad \mathrm{P} = \mu\sum\int(\Delta\omega)^2\, d\varpi,$$

$$(7)\quad p = \rho_0\sum\int\left[\left(\frac{\partial\omega'}{\partial a}\right)^2 + \left(\frac{\partial\omega'}{\partial b}\right)^2 + \left(\frac{\partial\omega'}{\partial c}\right)^2\right] d\varpi.$$

» Dans ces expressions, $d\varpi = da\, db\, dc$ et les intégrales s'étendent à l'espace illimité.

» Nous trouvons immédiatement

$$(8)\quad \frac{d\Psi}{dt} = 2(\lambda + 2\mu)\int \Delta\theta\, \Delta\theta'\, d\varpi,$$

$$(9)\quad \frac{d\mathrm{P}}{dt} = 2\mu\sum\int \Delta\omega\, \Delta\omega'\, d\varpi,$$

tandis que les égalités (2) et (3) permettent d'écrire

$$(10)\quad \frac{d\psi}{dt} = -2(\lambda+2\mu)\int \Delta\theta\,\Delta\theta'\,d\varpi - 2(\Lambda+2\mathrm{M})\int (\Delta\theta')^2\,d\varpi + \ldots,$$

$$(11)\quad \frac{dp}{dt} = -2\mu\sum\int \Delta\omega\,\Delta\omega'\,d\varpi - 2\mathrm{M}\sum\int (\Delta\omega')^2\,d\varpi + \ldots.$$

» Dans ces dernières formules, $+\ldots$ désigne des termes qui sont infiniment petits au moins du troisième ordre lorsque ξ, η, ζ, ξ', η', ζ' et leurs dérivées partielles du premier ordre en a, b, c sont infiniment petits.

» Nous trouvons ensuite, à l'aide des égalités (2) et (3),

$$(12)\quad \left\{\begin{aligned} \frac{d^2\Psi}{dt^2} &= 2(\lambda+2\mu)\int (\Delta\theta')^2\,d\varpi \\ &\quad - \frac{2(\lambda+2\mu)^2}{\rho_0}\int\left[\left(\frac{\partial\Delta\theta}{\partial a}\right)^2 + \left(\frac{\partial\Delta\theta}{\partial b}\right)^2 + \left(\frac{\partial\Delta\theta}{\partial c}\right)\right]d\varpi \\ &\quad - \frac{2(\lambda+2\mu)(\Lambda+2\mathrm{M})}{\rho_0}\int\left(\frac{\partial\Delta\theta}{\partial a}\frac{\partial\Delta\theta'}{\partial a} + \frac{\partial\Delta\theta}{\partial b}\frac{\partial\Delta\theta'}{\partial b} + \frac{\partial\Delta\theta}{\partial c}\frac{\partial\Delta\theta'}{\partial c}\right)d\varpi \\ &\quad + \ldots\ldots, \end{aligned}\right.$$

$$(13)\quad \left\{\begin{aligned} \frac{d^2\psi}{dt^2} &= -2(\lambda+2\mu)\int (\Delta\theta')^2\,d\varpi \\ &\quad + \frac{2}{\rho_0}\int\Big\{\left[(\lambda+2\mu)\frac{\partial\Delta\theta}{\partial a} + (\Lambda+2\mathrm{M})\frac{\partial\Delta\theta'}{\partial a}\right]^2 \\ &\qquad + \left[(\lambda+2\mu)\frac{\partial\Delta\theta}{\partial b} + (\Lambda+2\mathrm{M})\frac{\partial\Delta\theta'}{\partial b}\right]^2 \\ &\qquad + \left[(\lambda+2\mu)\frac{\partial\Delta\theta}{\partial c} + (\Lambda+2\mathrm{M})\frac{\partial\Delta\theta'}{\partial c}\right]^2\Big\}\,d\varpi \\ &\quad + \frac{2(\Lambda+2\mathrm{M})}{\rho_0}\int\Big\{\left[(\lambda+2\mu)\frac{\partial\Delta\theta}{\partial a} + (\Lambda+2\mathrm{M})\frac{\partial\Delta\theta'}{\partial a}\right]\frac{\partial\Delta\theta'}{\partial a} \\ &\qquad + \left[(\lambda+2\mu)\frac{\partial\Delta\theta}{\partial b} + (\Lambda+2\mathrm{M})\frac{\partial\Delta\theta'}{\partial b}\right]\frac{\partial\Delta\theta'}{\partial b} \\ &\qquad + \left[(\lambda+2\mu)\frac{\partial\Delta\theta}{\partial c} + (\Lambda+2\mathrm{M})\frac{\partial\Delta\theta'}{\partial c}\right]\frac{\partial\Delta\theta'}{\partial c}\Big\}\,d\varpi \\ &\quad + \ldots\ldots, \end{aligned}\right.$$

$$(14)\quad \left\{\begin{aligned} \frac{d^2\mathrm{P}}{dt^2} &= 2\mu\sum\int (\Delta\omega')^2\,d\varpi \\ &\quad - \frac{2\mu^2}{\rho_0}\sum\int\left[\left(\frac{\partial\Delta\omega}{\partial a}\right)^2 + \left(\frac{\partial\Delta\omega}{\partial b}\right)^2 + \left(\frac{\partial\Delta\omega}{\partial c}\right)^2\right]d\varpi \\ &\quad - \frac{2\mu\mathrm{M}}{\rho_0}\sum\int\left(\frac{\partial\Delta\omega}{\partial a}\frac{\partial\Delta\omega'}{\partial a} + \frac{\partial\Delta\omega}{\partial b}\frac{\partial\Delta\omega'}{\partial b} + \frac{\partial\Delta\omega}{\partial c}\frac{\partial\Delta\omega'}{\partial c}\right)d\varpi \\ &\quad + \ldots\ldots, \end{aligned}\right.$$

$$(15)\quad \begin{cases} \dfrac{d^2\rho}{dt^2} = -2\mu \sum \int (\Delta\omega')^2 \, d\varpi \\ \quad + \dfrac{2}{\rho_0} \sum \int \Big[\left(\mu \dfrac{\partial \Delta\omega}{\partial a} + M \dfrac{\partial \Delta\omega'}{\partial a}\right)^2 \\ \qquad + \left(\mu \dfrac{\partial \Delta\omega}{\partial b} + M \dfrac{\partial \Delta\omega'}{\partial b}\right)^2 \\ \qquad + \left(\mu \dfrac{\partial \Delta\omega}{\partial c} + M \dfrac{\partial \Delta\omega'}{\partial c}\right)^2 \Big] d\varpi \\ \quad + \dfrac{2\mu}{\rho_0} \sum \int \Big[\left(\mu \dfrac{\partial \Delta\omega}{\partial a} + M \dfrac{\partial \Delta\omega'}{\partial a}\right) \dfrac{\partial \Delta\omega'}{\partial a} \\ \qquad + \left(\mu \dfrac{\partial \Delta\omega}{\partial b} + M \dfrac{\partial \Delta\omega'}{\partial b}\right) \dfrac{\partial \Delta\omega'}{\partial b} \\ \qquad + \left(\mu \dfrac{\partial \Delta\omega}{\partial c} + M \dfrac{\partial \Delta\omega'}{\partial c}\right) \dfrac{\partial \Delta\omega'}{\partial c} \Big] d\varpi \\ \quad + \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots \end{cases}$$

» Dans chacune de ces quatre formules, $+\ldots$ a le même sens que dans les formules (10) et (11).

» Ces diverses formules sont d'un grand usage dans l'étude de la stabilité d'un milieu vitreux. »

PALÉONTOLOGIE VÉGÉTALE. — *Sur les conditions générales et l'unité de formation des combustibles minéraux de tout âge et de toute espèce.* Note de M. **Grand'Eury**.

« Cette Note a pour objet la détermination des conditions générales de formation de tous les charbons fossiles, sans redites, par l'étude des gisements de stipites, de houilles brunes et de lignites énumérés dans les *Comptes rendus* du 14 mars, et par des observations nouvelles sur les couches de houille.

» Ramenées à deux, ces conditions se déduisent, sous le bénéfice des trois Notes précédentes, de la considération : 1° des souches et racines *in situ* existantes dans tous les systèmes charbonneux et plus particulièrement au contact et dans l'intérieur des couches de charbon; 2° des matières fondamentales de tous les combustibles fossiles, de leur nature, de leur origine et du milieu où elles ont pris naissance et se sont déposées.

» 1° C'est un fait à peu près constant : il y a dans tous les gisements charbonneux, à leur endroit natal puisqu'elles traversent des fossiles stra-

tifiés, des souches et racines souvent ligneuses de plantes de marais, témoignant d'une formation en eaux généralement peu profondes.

» Elles sont très nombreuses entre les couches de « Le Pin », entre les bancs de lignites du Sarladais, et, chose inattendue, aussi fréquentes dans les terrains de calcaire que dans les terrains de sables et d'argile; ainsi au milieu de roches exclusivement marno-calcaires, elles abondent à Valdonne, à La Liquisse (Causses), à Saint-Paulet, etc., et l'on est en droit de s'étonner que ces restes fossiles, cependant bien visibles pour peu qu'on y prête attention et constituant de bien meilleures directrices des couches de charbon que les coquilles d'eau douce, ne soient mentionnés dans aucun écrit.

» Rares sont les couches qui n'en sont pas accompagnées, comme celles de Larquier, Célas, Sotinga, du moins à l'endroit où je les ai vues; il peut y en avoir ailleurs; dans le bassin de Manosque, absentes au Bois-d'Asson, elles sont très communes à Sigonse; à Piolenc elles sont nombreuses à l'ouest et m'ont paru disparaître vers l'est; leur inégale répartition a pour cause et dénote une formation sous une tranche d'eau d'épaisseur variable d'un lieu à un autre.

» Dans l'intérieur des couches de lignite, il y a des racines en place et souvent beaucoup : à Falkenau, plusieurs veines de moorkohle sont encombrées de racines; à « Le Pin », du charbon terreux et une espèce de tourbe noire, faisant partie des couches de lignite, sont remplis de racines ligneuses complètes; au Sarladais, de racines pareilles situées sous le charbon s'élèvent à travers celui-ci quelques troncs d'arbre; vers le milieu de l'immense couche de terre d'ombre de Cologne se montrent une multitude de troncs d'arbre enracinés dans l'humus.

» Egalement, dans les couches de houille, à leur mur et dans leurs nerfs plus ou moins charbonneux, il y a des racines en place, d'espèces variées, et maintes fois j'ai observé, faisant corps avec le charbon, des rhizomes de Fougères et des souches et racines rampantes de Cordaïtes reliant les couches à la végétation de leur mur, ce qui contredit une de mes premières appréciations (¹); toutefois, cette liaison est loin d'être générale.

» Dans ce cas, les rhizomes coureurs de fond de marais ont formé du charbon sur place, englobé dans l'humus fossile, et celui-ci apparaît comme le produit d'un phénomène de tourbage qui a tué les plantes enra-

(¹) *Annales des Mines*, 1882.

cinées, dont les tiges et racines adventives se retrouvent couchées au-dessus dans du charbon stratifié; cette circonstance est commune et facile à contrôler. Tantôt les tiges rompues, branches et feuilles, ont été transportées plus ou moins loin, tantôt elles sont en quelque sorte renversées sur leur sol de végétation et à peine remauiées; dans ce cas, lorsque le fait se répète un certain nombre de fois dans l'épaisseur d'une couche de charbon, il lui imprime un caractère de formation sur place, ou plutôt presque et partiellement sur place, car les organes tombés ont presque toujours été déplacés et des veines intercalées ont été formées par transport; et si dans certaines couches il y a beaucoup de racines et d'éléments de formation autochtone, ils sont combinés à des éléments de transport. Les formations mixtes n'ont d'ailleurs pas de continuité : celles que l'on remarque dans le Bassin de la Loire, au nord de Rive-de-Gier, au sud de Firminy, à l'Eparre, font partie de couches de houille formées en général par transport. Nombre de couches sont, au reste, privées de racines.

» 2° Tous les braunkohles sont composés en proportion variable d'humus fossile brun. Celui-ci forme visiblement la plus grande partie des lignites de Sotinga, Entrevernes, et la totalité on peut dire de ceux de Célas, Larquier. Par contre, les lignites de Soblay, de Nousty sont surtout formés de bois; mais il n'y a pas de lignite qui en soit exclusivement composé, comme on l'a dit. Les bois roulés de Reims, mélangés de sables, ne forment pas de lignite, non plus que les veines de restes végétaux sans humus interposé, de charbon proprement dit en roche.

» A Zwodan, près Falkenau, le même humus de la couche supérieure passe à l'état d'un dopplérite terne noir dans la couche Agnès intermédiaire, et celui-ci au glanzkohle à gaz de la couche Joseph II inférieure, et, lorsque l'on voit les charbons de Célas, de Gemmelaincourt, de Montrambert, prolonger les transitions, on ne saurait douter que la matière fondamentale des lignites, stipites et houilles n'ait eu originairement l'humus comme point de départ.

» Or, lorsque l'humus est peu transformé, comme celui de Voglans, de Larquier, il ne diffère pas, au fond, de l'humus boueux ou floconneux des tourbières.

» Wiegmann, en 1837, appela le premier l'attention sur cette substance organique qui ne se forme que par la décomposition des matières végétales dans l'eau, au contact permanent avec l'eau, à l'abri de l'air. On ne la peut confondre avec l'humus des forêts de terre sèche, et l'on doit abandonner l'idée que les détritus végétaux formant la houille ont été ramassés

par les eaux ruisselantes sur les pentes plus ou moins boisées qui entouraient les bassins de dépôt. C'est tout au plus si quelques bancs de charbon terreux lui doivent leur origine, aucun élément étranger au charbon ordinaire n'y paraissant représenté.

» Les lignites et houilles, lors même qu'ils ne contiendraient pas de bois, écorces, feuilles, sont presque toujours stratifiés par des plaquettes de fusain constituant une autre matière fondamentale des charbons de terre. Le bois des mêmes arbres se trouve côte à côte, converti soit en houille, soit en fusain. Le bois a manifestement été changé en houille lorsqu'il est tombé non altéré dans le milieu où se préparait l'humus. Quant au fusain, il provient non moins évidemment du bois désagrégé et brûlé lentement à l'air par le jeu d'actions peu connues et non, comme on l'a supposé, par des incendies, le degré et l'état variables d'altération des tissus ne permettant pas de le rapporter à cette cause.

» Or, l'humus formé dans l'eau, étant homogène, y a constamment séjourné. Mélangé intimement aux argiles schisto-charbonneuses qui escortent tous les gisements de houille et de lignite, il est, comme elles, déposé sous l'eau. En Provence, il est impossible de séparer, à ce point de vue, les veines de charbon coquillier des veines de calcaire coquillier attenantes.

» Les Confervites, ou Algues filamenteuses qui se sont développées dans le lignite de la Tour-du-Pin; les Lymnées, Planorbes, *Pupa*, *Helix*, qui ont vécu sur celui en voie de formation de Célas, Bois-d'Asson; les Cythères punctiformes de lignite de Soblay, tout convie à admettre, avec MM. B. Renault et E. Bertrand, que les dépôts charbonneux se sont opérés dans des eaux mortes, peu agitées, non courantes, et j'ajouterai peu profondes.

» En résumé, et c'est un effet de l'habitat palustre des plantes génératrices, les charbons de tout âge et de toute espèce ne révèlent qu'un seul mode de formation sous l'eau, mixte et par transport, dans l'étendue des marais lacustres, des débris de leur propre végétation, mode auquel je ne saurais, sans en changer le sens, appliquer les mots *autochtone* et *allochtone*.

» Dans mes voyages, je n'ai pas retrouvé la contexture des charbons fossiles dans les tourbes de montagne des Vosges, dans les tourbes à fleur d'eau des plaines de l'Oldenbourg (Diepholz), dans les tourbes des bas-fonds de la Bourbre (Isère). Ces dernières, n'étant pas constamment recouvertes par l'eau, sont traversées par des racines verticales. L'*Eq. palustre* L. enfonce aujourd'hui encore ses rhizomes et racines dans la tourbe exploitée.

» Jusqu'ici, j'ai seulement rencontré, en Hollande, sous les dunes et au

fond des marais lacustres, des dépôts d'humus et de roseaux stratifiés d'une manière semblable aux charbons de terre; certaines parties sont même tracées et trouées par des rhizomes et racines, réalisant de la sorte une espèce de formation mixte commune aux lignites et aux houilles. »

M. **Poincaré** fait hommage à l'Académie de la seconde édition de son Ouvrage : « La théorie de Maxwell et les oscillations hertziennes » (collection *Scientia*, Paris, Naud, 1904). La nouvelle édition se termine par deux Chapitres sur la Télégraphie sans fil.

NOMINATIONS.

L'Académie procède, par la voie du scrutin, à la nomination d'un Correspondant pour la Section de Botanique, en remplacement de M. *Sirodot*.

Au premier tour de scrutin, le nombre des votants étant 37,

M. Ch.-Eug. Bertrand obtient la majorité absolue des suffrages.

M. **Charles-Eugène Bertrand** est élu Correspondant de l'Académie.

CORRESPONDANCE.

MM. **Flahault**, **Volterra**, **Warming**, élus Correspondants, adressent des remercîments à l'Académie.

Le P. **Colin** adresse ses remercîments à l'Académie pour la distinction dont ses travaux ont été l'objet dans la dernière séance publique.

M. le **Secrétaire perpétuel** signale, parmi les pièces imprimées de la Correspondance :

Quatre Volumes de l' « International Catalogue of Scientific Literature » (second annual issue) (*Mechanics, Physics, Astronomy, Bacteriology*).

M. le **Président** présente un Volume ayant pour titre : « Rapport du Comité météorologique international, réunion de Southport, 1903. ».

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur les formes décomposables en facteurs linéaires*. Note de M. **F. Hočevar**, présentée par M. Jordan.

« Je me propose d'expliquer dans la présente Note une résolution générale des deux problèmes suivants :

» *a. Trouver une condition nécessaire et suffisante pour qu'une forme quelconque soit développable en facteurs linéaires.*

» *b. Calculer ces facteurs si la condition est réalisée.*

» 1. On peut évidemment supposer que la forme donnée $F(x_1, \ldots, x_n)$ de degré m ait été débarrassée de ses facteurs multiples, et contienne un terme en x_1^m.

» 2. Supposons que la forme f soit divisible par un facteur linéaire. Alors on démontre facilement que chaque mineur du troisième degré de son hessien est divisible par le même facteur. On a donc le théorème :

» *Si la forme f est décomposable en facteurs linéaires, chaque mineur au troisième degré du hessien* $H(f)$ *est divisible par* f.

» Cette condition est suffisante.

» 3. Soient, en effet, $a_2, \ldots, a_n$ des nombres constants arbitraires, assujettis à la seule condition que les racines $a_1^{(1)}, \ldots, a_1^{(m)}$ de l'équation

$$f(x_1, a_2, \ldots, a_n) = 0$$

soient inégales. On aura pour les p racines de l'équation $f = 0$ des développements de la forme

$$(1)\quad \begin{cases} x_1 = a_1^{(\lambda)} + (x_2 - a_2)\left(\dfrac{\partial x_1}{\partial x_2}\right)_\lambda + \ldots + (x_n - a_n)\left(\dfrac{\partial x_1}{\partial x_n}\right)_\lambda \\ \qquad + \dfrac{1}{2}(x_2 - a_2)^2\left(\dfrac{\partial^2 x_1}{\partial x_2^2}\right)_\lambda + \ldots \\ \qquad (\lambda = 1, 2, \ldots, m). \end{cases}$$

» Les expressions $\left(\dfrac{\partial x_1}{\partial x_2}\right)_\lambda$, $\left(\dfrac{\partial x_1}{\partial x_n}\right)_\lambda$, $\cdots$ représentent les valeurs de ces dérivées correspondantes aux valeurs spéciales

$$(2)\qquad x_1 = a_1^{(\lambda)}, \qquad x_2 = a_2, \qquad \ldots, \qquad x_n = a_n, \qquad \ldots.$$

» Or il est évident que la forme f est décomposable en facteurs linéaires si, dans les séries (1), tous les termes d'un ordre supérieur au premier

disparaissent. *Pour cela, il suffit que chaque mineur du troisième degré de* H(f) *soit divisible par* f.

» En effet, si l'on pose pour abréger

$$\frac{\partial f}{\partial x_i} = f_i, \qquad \frac{\partial^2 f}{\partial x_i \partial x_k} = f_{ik},$$

on déduit de l'équation $f = 0$, pourvu que f_1 ne soit pas nul,

$$\frac{\partial^2 x_1}{\partial x_i \partial x_k} = \frac{1}{f_1^3}\begin{vmatrix} f_{11} & f_{1k} & f_1 \\ f_{i1} & f_{ik} & f_i \\ f_1 & f_k & 0 \end{vmatrix} = \frac{1}{(m-1)f_1^3}\begin{vmatrix} f_{11} & f_{1k} & (m-1)f_1 \\ f_{i1} & f_{ik} & (m-1)f_i \\ f_1 & f_k & mf \end{vmatrix}$$

$$= \frac{1}{(m-1)f_1^3}\begin{vmatrix} f_{11} & f_{1k} & \sum_\beta x_\beta f_{1\beta} \\ f_{i1} & f_{ik} & \sum_\beta x_\beta f_{i\beta} \\ f_1 & f_k & \sum_\beta x_\beta f_\beta \end{vmatrix} = \frac{1}{(m-1)f_1^3}\sum_\beta x_\beta \begin{vmatrix} f_{11} & f_{1k} & f_{1\beta} \\ f_{i1} & f_{ik} & f_{i\beta} \\ f_1 & f_k & f_\beta \end{vmatrix}$$

$$= \frac{1}{(m-1)^2 f_1^3}\sum_\beta x_\beta \begin{vmatrix} f_{11} & f_{1k} & f_{1\beta} \\ f_{i1} & f_{ik} & f_{i\beta} \\ \sum_\alpha x_\alpha f_{\alpha 1} & \sum_\alpha x_\alpha f_{\alpha k} & \sum_\alpha x_\alpha f_{\alpha\beta} \end{vmatrix}$$

$$= \frac{1}{(m-1)^2 f_1^3}\sum_{\alpha,\beta} x_\alpha x_\beta \begin{vmatrix} f_{11} & f_{1k} & f_{1\beta} \\ f_{i1} & f_{ik} & f_{i\beta} \\ f_{\alpha 1} & f_{\alpha k} & f_{\alpha\beta} \end{vmatrix} \qquad (\alpha, \beta = 2, 3, \ldots, n).$$

» On a donc, si la condition énoncée plus haut est réalisée :

$$(3) \qquad \frac{\partial^2 x_1}{\partial x_i \partial x_k} = \mathrm{U}f,$$

où le facteur U représente une fraction dont le dénominateur est f_1^3, ensuite

$$\frac{\partial^3 x_1}{\partial x_i \partial x_k \partial x_l} = \left(\mathrm{U}_1 \frac{\partial x_1}{\partial x_l} + \mathrm{U}_l\right) f + \mathrm{U}\left(f_1 \frac{\partial x_1}{\partial x_l} + f_l\right) = \mathrm{V}f,$$

où V signifie une fraction dont le dénominateur est une puissance de f_1, puisque $\frac{\partial x_1}{\partial x_l}$ satisfait à l'équation

$$f_1 \frac{\partial x_1}{\partial x_l} + f_l = 0, \qquad \ldots.$$

Il suit de là que toutes les dérivées de x_1 d'un ordre supérieur au premier disparaissent pour les valeurs (2). C'est ce que nous voulions démontrer.

» 4. En conséquence, *pour que la forme f soit décomposable en facteurs linéaires, il faut et il suffit que chaque mineur du troisième degré du hessien* $H(f)$ *soit divisible par* f.

» Mais il n'est pas nécessaire d'examiner tous ces mineurs, car il existe le théorème, analogue à un théorème connu de Kronecker (*Journal de Crelle*, t. 72) :

» *Quand le mineur* $f_{11}f_{22}-f_{12}^2$ *de* $H(f)$ *est premier avec* f *et tous les mineurs*

$$\begin{vmatrix} f_{11} & f_{12} & f_{1\beta} \\ f_{21} & f_{22} & f_{2\beta} \\ f_{\alpha 1} & f_{\alpha 2} & f_{\alpha\beta} \end{vmatrix} \qquad (\alpha, \beta = 3, 4, \ldots, n)$$

sont divisibles par f, *alors tous les autres mineurs du troisième degré le sont aussi.*

» Le nombre de ces conditions indépendantes entre elles est donc $\binom{n-1}{2}$.

» 5. D'après ce que nous avons démontré au n° 3, et ayant égard aux formules

$$\left(\frac{\partial x_1}{\partial x_i}\right)_\lambda = -\left(\frac{\partial f}{\partial x_i}\right)_\lambda : \left(\frac{\partial f}{\partial x_1}\right)_\lambda,$$

$$a_1^{(\lambda)}\left(\frac{\partial f}{\partial x_1}\right)_\lambda + a_2\left(\frac{\partial f}{\partial x_2}\right)_\lambda + \ldots + a_n\left(\frac{\partial f}{\partial x_n}\right)_\lambda = 0,$$

nous pouvons écrire les équations (1) comme suit :

$$(4) \qquad x_1\left(\frac{\partial f}{\partial x_1}\right)_\lambda + x_2\left(\frac{\partial f}{\partial x_2}\right)_\lambda + \ldots + x_n\left(\frac{\partial f}{\partial x_n}\right)_\lambda = 0.$$

» Si nous attribuons en passant aux variables $x_2, x_3, \ldots, x_n$ n'importe quelles valeurs fixes, alors $f=0$ est une équation algébrique (avec l'inconnue x_1), dont les racines sont déterminées par les équations (4). On a donc, en vertu d'un théorème connu, et cela pour toutes les valeurs de x_1,

$$f = c\prod_{\lambda=1}^{\lambda=m}\left[x_1\left(\frac{\partial f}{\partial x_1}\right)_\lambda + x_2\left(\frac{\partial f}{\partial x_2}\right)_\lambda + \ldots + x_n\left(\frac{\partial f}{\partial x_n}\right)_\lambda\right].$$

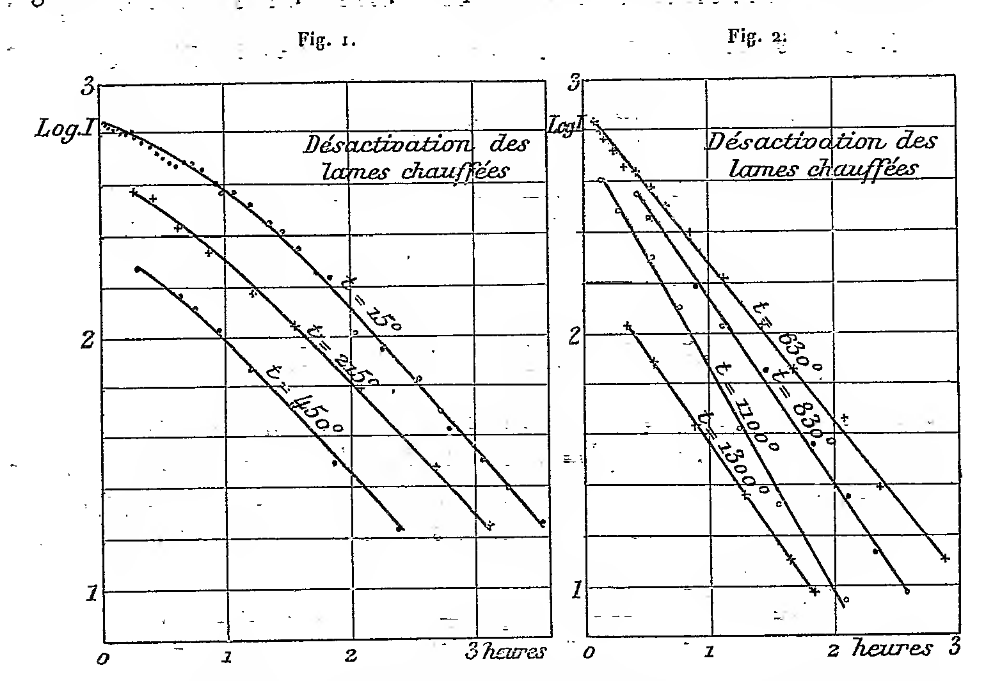
» Telle est la décomposition cherchée de la forme f. »

RADIOACTIVITÉ. — *Loi de disparition de l'activité induite par le radium après chauffage des corps activés.* Note de MM. **P. Curie** et **J. Danne**, présentée par M. A. Potier.

« Lorsque l'on chauffe à une température élevée un corps solide (une lame de platine, par exemple) qui a été activé à l'aide de l'émanation du radium, son activité disparaît beaucoup plus rapidement que si l'on avait maintenu la lame à la température ambiante. Miss Gates [1] a montré que l'activité se transporte alors sur les corps voisins de la lame chauffée; l'activité distille à température élevée. Nous avons étudié la façon dont se produit ce phénomène. Nous avons pris d'abord des lames de platine activées pendant longtemps par l'émanation du radium. Nous avons chauffé ces lames pendant quelques minutes seulement à des températures élevées, puis nous avons étudié à la *température ambiante* la loi de désactivation.

» Les résultats obtenus ont permis de construire les courbes des figures 1 et 2. Le temps compté à partir du début de la désactivation est

Fig. 1. Fig. 2.



porté en abscisse, le logarithme de l'intensité du rayonnement (Log I) en

(1) *Physical Review*, mai 1903.

ordonnée. On a inscrit sur chaque courbe la température à laquelle la lame a été portée pendant quelques minutes au début de la désactivation.

» La première courbe (15°) correspond à la courbe normale de désactivation d'une lame non chauffée. On voit qu'après chauffe à 215° et à 540° on obtient pour Log I en fonction du temps des courbes plus aplaties que la courbe normale. Après chauffe à des températures plus élevées que 630°, on obtient des droites, ce qui indique une loi exponentielle simple de désactivation de la forme $I = I_0 e^{-c't}$. Le coefficient angulaire des droites (proportionnel à c') caractérise la rapidité de la désactivation. c' varie avec la température de la chauffe, il augmente d'abord avec la température de la chauffe jusque vers 1100°, puis diminue ensuite. Sur le Tableau nous avons donné le temps caractéristique θ (en minutes), c'est-à-dire le temps nécessaire pour que l'activité baisse de moitié.

Désactivation des lames chauffées.

Température de chauffe.	c'.	θ.
630.........	0,000394	29,3
830.........	0,000470	24,6
1000.........	0,000550	21,0
1100.........	0,000570	20,3
1250.........	0,000480	24,1
1300.........	0,000454	25,4

Désactivation des lames activées par distillation.

Température de 2e distillation vers :	c'.	θ.
700.........	0,000390	29,6
1000.........	0,000490	23,4
1400.........	0,00040	28,6

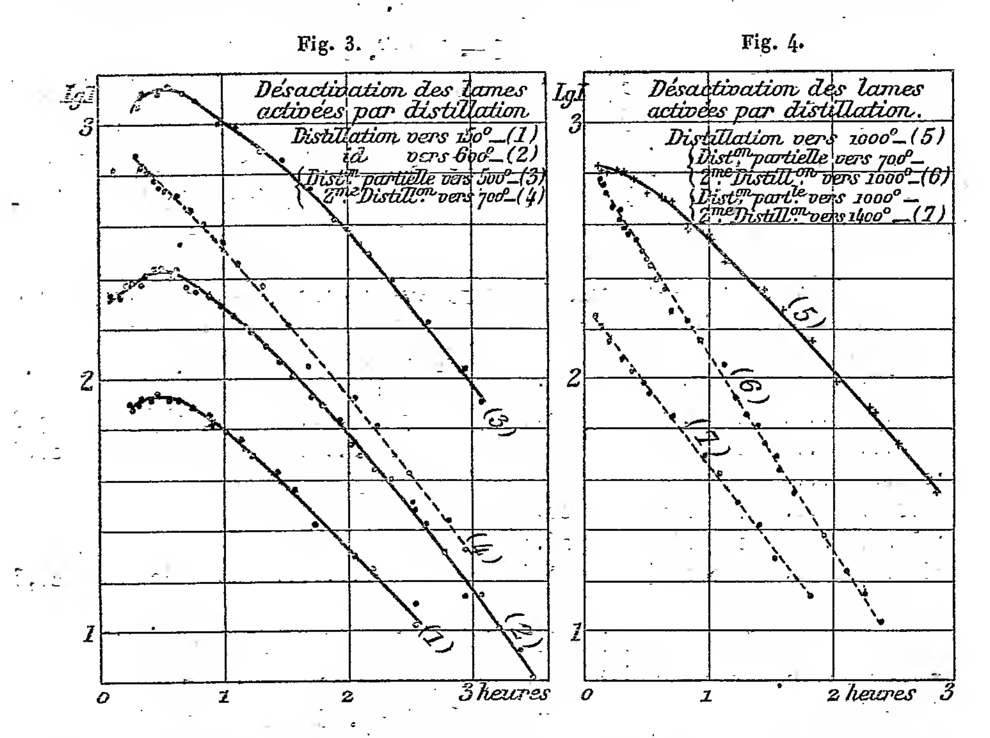
» Nous avons également étudié la loi de désactivation des corps activés par distillation. Un fil de platine est activé longtemps avec l'émanation du radium (sous une tension négative de 500volts). On le place suivant l'axe d'un cylindre en platine, et on le porte à une température élevée à l'aide d'un courant électrique. Le cylindre est alors activé; on éloigne le fil et l'on étudie la loi de désactivation du cylindre étalé sous forme de lame. Les résultats sont représentés (*fig.* 3 et 4) : les courbes 1, 2, 3, 5 montrent que la loi de désactivation ne peut pas être représentée par une exponentielle simple, l'activité passe même par un maximum.

» Nous avons aussi opéré en faisant deux chauffes successives du fil dans deux cylindres différents et en étudiant l'activité distillée lors de la deuxième chauffe. Les expériences représentées par les courbes 4, 6 et 7 montrent que l'activité de deuxième distillation à la suite d'une première chauffe au-dessus de 600° est représentée par une droite, la loi de désactivation étant alors une exponentielle. On a donné, dans le Tableau qui précède, la valeur

du coefficient c' de l'exponentielle et du temps caractéristique θ qui correspondent à diverses températures de la deuxième distillation.

» A la dernière séance de l'Académie, nous avons communiqué que l'on peut expliquer la loi de désactivation d'un corps activé en supposant qu'il existe à la surface du corps trois substances A, B, C, distinctes qui se transforment en fonction du temps. Nous avons vu que plusieurs hypo-

Fig. 3. Fig. 4.



thèses permettent d'expliquer les lois de désactivation à la température ambiante. L'une d'elles convient parfaitement pour expliquer les résultats obtenus quand on a chauffé les lames aux températures inférieures à 650°. Voici cette hypothèse. La substance A, qui disparaît en quelques minutes, n'intervient pas dans les expériences actuelles. La substance B n'émet pas de rayons de Becquerel, elle se transforme en C et elle est plus volatile que C. La substance C émet des rayons de Becquerel. Les coefficients b et c des exponentielles qui président à la disparition de B et C sont respectivement $b = 0,000538$ et $c = 0,000413$. Lorsqu'on chauffe une lame activée à 215°, 540° et 630° par exemple, la substance B distille seule, la proportion de C va en augmentant sur la lame chauffée, les courbes de désactivation tendent à devenir des droites. Après chauffe à 630°, C existe

seul sur la lame chauffée et la loi de désactivation est une loi exponentielle simple avec le coefficient $c' = 0,000394$ qui diffère peu du coefficient $c = 0,000413$. Pendant que l'on chauffe le corps activé au-dessous de 600°, B distille sur les corps voisins, il s'y transforme en C qui disparaît à son tour en émettant des rayons de Becquerel. La quantité de substance C sur le corps activé par distillation est d'abord nulle au début, elle passe par un maximum, puis tend vers zéro asymptotiquement. Il doit en être de même du rayonnement, ce que l'expérience vérifie. La théorie indique que le maximum doit se produire au bout de 35,7 minutes, nombre peu éloigné de celui que donne l'expérience. Bien que la substance C soit moins volatile que B, elle distille cependant en partie vers 600°. On peut le constater (courbes 3 et 4, *fig.* 3) à l'aide des lames activées par deux chauffes successives d'un même fil. Le corps B a presque complètement distillé dans la première chauffe à 500°, le corps C distille à peu près seul dans la deuxième chauffe à 700° (courbe 4) de sorte que les lames activées par la deuxième distillation se comportent sensiblement comme si elles ne contenaient que le corps C.

» Quand on chauffe les lames activées à des températures supérieures à 700°, on obtient des phénomènes non prévus par la théorie qui précède. La substance C semble se modifier dans sa nature, que nous supposerons caractérisée par le coefficient qui indique la rapidité de la loi de désactivation. Nous avons vu que le coefficient c' est de 0,0004 (c'est-à-dire égal à c) quand la température de la chauffe a été de 630°. Si l'on chauffe à une température plus élevée c' augmente, passe par un maximum puis diminue. On voit d'ailleurs (courbes 6 et 7, *fig.* 4 et Tableau) que la substance qui distille en deuxième distillation semble être de même nature que celle de la substance qui reste sur la lame chauffée.

» Les expériences qui viennent d'être décrites prouvent que la nature de la radioactivité induite sur une lame peut se trouver modifiée par des variations de température. »

MAGNÉTISME. — *Étude et comparaison des procédés de réduction de l'hystérésis magnétique.* Note de M. **Ch. Maurain**, présentée par M. Mascart.

« Lorsqu'on fait agir sur un noyau magnétique un champ magnétique croissant puis décroissant, les deux courbes représentant l'intensité d'aimantation en fonction du champ sont différentes; on peut, en faisant inter-

venir des actions de diverses natures, obtenir la même courbe à champ croissant ou à champ décroissant. M. Ewing a obtenu ce résultat par des chocs, MM. Gerosa et Finzi par la circulation continue d'un courant alternatif dans la tige étudiée, MM. Franklin et Clarke en faisant agir, après chaque variation du champ magnétisant, un champ alternatif de même direction et d'amplitude décroissante (¹). J'ai pu l'obtenir aussi par l'action d'un champ magnétique oscillant (fréquence 10^6 à 10^7) de même direction que le champ magnétisant et par celle d'un courant oscillatoire parcourant le noyau. J'ai étudié en détail chacun de ces procédés de réduction de l'hystérésis et j'en ai comparé l'action sur les mêmes échantillons.

» Lorsqu'on emploie l'un des procédés électromagnétiques de réduction, il faut, pour que la courbe unique (à champ croissant ou décroissant) fournie par l'appareil d'observation soit bien définie, faire agir ce procédé *à intensité décroissante;* en effet, chacun de ces procédés revient à superposer au champ magnétisant un champ auxiliaire (alternatif ou oscillant, longitudinal ou transversal); l'aimantation varie constamment sous l'action du champ résultant, et l'appareil de mesure (un magnétomètre) indique seulement une moyenne. Si l'on fait agir constamment l'action réductrice, on retrouve la même valeur moyenne quand le champ magnétisant passe par une valeur donnée en croissant ou en décroissant, mais la courbe unique ainsi obtenue n'a pas de signification précise.

» D'ailleurs, l'expérience montre que, pour qu'une des actions électromagnétiques conduise à une courbe unique, il faut qu'elle atteigne une certaine amplitude (ces amplitudes, dépendant de la nature de l'échantillon, seront indiquées dans un Mémoire plus étendu).

» Il faut donc, pour l'application correcte d'une de ces actions réductrices, la faire agir, après chaque variation du champ magnétisant, d'abord avec une amplitude supérieure à l'amplitude nécessaire pour la réduction complète, puis en réduisant progressivement cette amplitude jusqu'à 0°. A mesure qu'on réduit l'amplitude, l'indication du magnétomètre augmente et arrive à une limite bien déterminée pour chaque valeur du champ magnétisant (et, comme on le verra plus loin, pour chaque procédé de réduction). La courbe de MM. Franklin et Clarke est ainsi correcte, tandis que

(¹) Ewing, *Phil. Trans. Roy. Soc.*, 1885, p. 564. — Gerosa et Finzi, *Rendiconti del R. Istituto Lombardo*, t. XXIV, 1891, p. 677. — Franklin et Clarke, *Phys. Review*, t. VIII, 1899, p. 304. — Ces expériences n'ont porté que sur du fer doux, et dans aucune d'elles on n'a comparé les résultats obtenus par deux des procédés.

celles de MM. Gerosa et Finzi ne correspondent pas à des conditions définies.

» L'emploi d'un champ alternatif décroisssant (A) permet d'obtenir une courbe unique avec des noyaux de fer ou d'acier, et, la localisation superficielle étant peu prononcée (fréquence 70 à 90), ce procédé peut s'appliquer à des tiges assez épaisses; l'action réductrice d'un courant alternatif décroissant parcourant le noyau (B) nécessite un courant intense pour les substances autres que le fer doux; celle d'un champ oscillant d'amplitude initiale décroissante (C) et celle d'un courant oscillatoire décroissant (D) sont très énergiques et réussissent même avec l'acier trempé, mais elles ne sont applicables qu'aux échantillons minces, à cause de la localisation superficielle.

» Après avoir précisé les conditions d'emploi de ces procédés de réduction, j'en ai comparé les résultats en les appliquant à un même échantillon maintenu fixe par rapport au magnétomètre et à la bobine magnétisante; pour chacun des échantillons étudiés ainsi (fils de fer, fils d'acier, ressorts pour chronomètres, dépôt électrolytique de fer) je déterminais la courbe hystérétique ordinaire, puis, dans un ordre quelconque, les courbes A, B, C, D, puis de nouveau la courbe ordinaire, pour m'assurer que les propriétés magnétiques du noyau n'avaient pas été altérées d'une manière sensible par ces traitements. Je vérifiais ensuite les résultats obtenus par des expériences d'un autre genre : maintenant fixe une certaine valeur du champ magnétisant, j'appliquais successivement les différents procédés de réduction.

» Le résultat général est que les courbes A, B, C, D correspondant à un même noyau magnétique ne coïncident pas; elles ont le même aspect, c'est-à-dire montent rapidement à partir de l'origine et n'ont pas de point d'inflexion, mais sont nettement différentes; elles s'échelonnent dans le même ordre pour tous les échantillons étudiés : la plus élevée est C; peu au-dessous est D; puis vient B et enfin A. Les différences relatives sont grandes pour les faibles valeurs du champ (10 à 20 pour 100 ou même davantage pour certains échantillons) et s'atténuent à mesure que l'aimantation s'approche de la saturation. Pour certains fils de fer seulement B et A sont sensiblement confondues, C et D restant très nettement au-dessus.

» S'il est très facile de réduire l'aimantation rémanente par un choc, il est au contraire très difficile d'obtenir par des actions mécaniques une courbe unique d'aimantation pour un noyau maintenu en place dans une bobine; MM. Franklin et Clarke n'y sont pas parvenus, et je n'ai trouvé que dans le travail cité de M. Ewing l'indication d'une courbe à peu près réversible obtenue dans ces conditions. Pour moi, après avoir essayé un grand nombre d'échantillons, j'ai obtenu pour deux tiges de fer doux seulement (diamètres $2^{mm},4$ et $1^{mm},5$) une réduction à peu près complète de l'hystérésis par des chocs; les courbes obtenues à champ croissant et décroissant sont confondues pour les valeurs du champ supérieures à 15 ou 18 gauss, et ne laissent entre elles, pour les valeurs plus faibles, qu'un très petit espace; les actions électromagnétiques oscillantes ne donnaient ici qu'une réduction incomplète, à cause de l'épaisseur des tiges, mais j'ai pu obtenir les courbes A et B bien réversibles. Pour les deux tiges, B est nettement différent de A et au-dessus; d'ailleurs A coïncide avec la courbe obtenue par actions mécaniques sur la partie réversible de celle-ci et s'intercale exactement entre les deux branches très rapprochées de cette courbe pour les valeurs

plus faibles du champ. On peut donc dire que pour ces deux tiges la réduction de l'hystérésis par l'action d'un champ alternatif décroissant ou par des actions mécaniques conduisent aux mêmes valeurs limites de l'aimantation, mais il reste vrai pour ces tiges comme pour tous les échantillons étudiés que tous les procédés de réduction de l'hystérésis ne conduisent pas aux mêmes valeurs limites.

» *En résumé*, les molécules d'une substance magnétique peuvent, sous l'action d'un champ magnétique donné, prendre plusieurs positions d'équilibre bien définies, auxquelles les amènent les actions étudiées ici, chaque position d'équilibre correspondant à une certaine valeur de l'intensité d'aimantation. Ces résultats accusent une grande complexité dans les phénomènes d'hystérésis magnétique et rendent bien douteuse, au moins pour les substances magnétiques ordinaires, la possibilité d'une définition expérimentale d'une courbe normale d'aimantation. »

PHYSIQUE. — *A propos de l'action du magnétisme sur la phosphorescence.* Note de M. **Alex de Hemptinne**.

« Dans quelques articles publiés dans les *Comptes rendus*, M. Gutton s'occupe de l'action du magnétisme sur la phosphorescence; il constate qu'un champ magnétique homogène est sans action.

» En 1900, j'ai publié dans les *Bulletins de l'Académie de Belgique* (1) une étude de l'action du magnétisme sur la phosphorescence. J'ai expérimenté sur du sulfure de calcium, du sulfure de zinc, du nitrate d'urane, du diamant. Les substances étaient placées entre les pôles d'un électro-aimant très puissant, dans un champ d'environ 25000 unités; le champ, malgré la présence de certains appareils accessoires, était sensiblement homogène à l'endroit où se trouvaient les substances.

» M'étant rendu compte que l'œil ne peut que difficilement apercevoir les variations faibles de l'intensité d'une lueur, j'ai employé dans mes recherches un phosphoroscope construit et disposé spécialement pour ces expériences. Grâce à cet instrument, on peut faire certaines mesures de l'intensité lumineuse.

» Dans ces conditions, j'ai constaté que le champ magnétique n'avait pas d'influence sur l'éclat de la phosphorescence.

» Je n'ai pas songé à cette époque à rechercher l'action d'un champ non

(1) *Bulletin de l'Académie*, 1900, p. 356.

homogène. Après avoir lu les travaux de M. Gutton, j'ai repris un échantillon de sulfure de calcium que je possédais encore et fait quelques essais dans un champ non homogène, mais sans employer le phosphoroscope. Je n'ai pas constaté d'influence du champ magnétique.

» Ces résultats négatifs, différents de ceux de M. Gutton, peuvent s'expliquer de deux manières : ou bien la cause est purement subjective et provient d'un manque de sensibilité de mon organe visuel, ou bien le sulfure de calcium que j'ai employé ne possède pas une sensibilité suffisante.

» Je pense que c'est à cette dernière hypothèse que l'on peut s'arrêter; il n'est pas sans intérêt de remarquer que le sulfure de calcium employé par M. Gutton avait une phosphorescence violette et le mien une phosphorescence jaune verdâtre.

» *Les substances phosphorescentes, pour être sensibles à l'action du champ magnétique, doivent peut-être posséder des qualités spéciales, que nous ne connaissons pas encore et dont il serait intéressant de rechercher la nature.* »

PHYSIQUE APPLIQUÉE. — *Application de l'étincelle électrique à la chronophotographie des mouvements rapides.* Note de M. **Lucien Bull**, présentée par M. Marey.

« La chronophotographie de mouvements de très courte durée, tel que le battement de l'aile chez l'insecte, exige que l'intervalle de temps qui sépare les prises d'images successives soit extrêmement réduit. Les appareils actuels, où le déplacement de la surface sensible est discontinu comme dans les chronophotographes ou cinématographes à pellicule, ne se prêtent guère à ces études; les arrêts auxquels la pellicule est soumise limitent la vitesse de translation qu'on peut lui imprimer et, par conséquent, la réduction de l'intervalle de temps qui sépare les images. Ces arrêts sont nécessités par la durée du temps de pose, un déplacement de la surface sensible pendant cette période donnerait du flou; nous pouvons donc remplacer ce mouvement intermittent par un mouvement continu à condition de réduire le temps de pose à un degré tel que ce déplacement soit assez faible pour ne pas affecter la netteté de l'image.

» L'emploi du fond lumineux, tel que nous le fournit la concentration des rayons solaires par un condensateur, permet d'abréger considérablement le temps de pose. M. Marey, en coupant le faisceau lumineux par un disque obturateur percé de fentes étroites et animé d'une grande vitesse

de rotation, a obtenu des photographies d'insectes au vol dans $\frac{1}{25000}$ de seconde [1].

» Lendenfeld [2] a réduit la pose, par le même procédé, à $\frac{1}{42000}$ de seconde, ce qui lui a permis, le premier, d'employer un mouvement continu pour la dissociation des images et d'atteindre ainsi de grandes fréquences : au moyen de l'oscillation rapide d'un miroir il a dissocié sur une plaque fixe des images séparées par des intervalles de $\frac{1}{2150}$ de seconde.

» Les séries d'images obtenues par cette méthode ingénieuse sont assez courtes et ne se prêtent pas à la synthèse; elles présentent en outre un certain degré de flou, dû encore à la trop grande durée de la période d'éclairement par rapport à la vitesse de déplacement de l'image.

» L'étincelle électrique employée comme source lumineuse permet, en raison de sa faible durée, de réaliser les dissociations les plus rapides, en conservant la parfaite netteté des images. Mach [3], Boys [4] et d'autres expérimentateurs, ont obtenu, avec l'étincelle produite par la décharge de condensateurs, des photographies isolées de projectiles animés d'une vitesse de plusieurs centaines de mètres à la seconde.

» Il nous a suffi pour obtenir des séries d'images équidistantes, condition nécessaire pour pouvoir opérer la synthèse du mouvement analysé, de provoquer les étincelles à des intervalles de temps correspondant à des déplacements égaux d'une pellicule.

» La figure montre, d'une façon schématique, le dispositif que nous employons pour assurer ce synchronisme et pour atteindre des fréquences considérables.

» Dans une boîte A se trouve un cylindre B monté sur un axe horizontal. Sur ce même axe, mais extérieurement à la boîte, est monté un interrupteur rotatif destiné à rompre un certain nombre de fois pendant un tour le circuit primaire d'une bobine d'induction D. Sur le trajet du courant induit est placé, en dérivation, un condensateur F, et les étincelles éclatent en E entre deux électrodes en magnésium derrière la lentille G : celle-ci concentre les rayons dans l'objectif O, au foyer duquel tourne le cylindre. Ce cylindre est entouré d'une pellicule sensible et est animé d'un mouvement de rotation rapide. A chaque tour jaillit en E un nombre d'étincelles correspon-

---

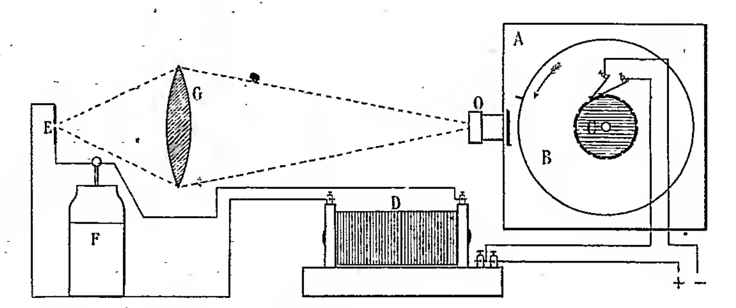
(1) Marey, *Le mouvement*, p. 250.

(2) Lendenfeld, *Beitrag zum Studium des Fluges der Insecten mit Hilfe der Momentphotographie* (*Biologischen Centralblatt*, 1903, Band XXIII).

(3) Mach und Salcher, *Photographische Fixirung der durch Projectile in der Luft eingeleiteten Vorgänge* (*Sitzungsberichte der Kais. Acad. der Wissensch.* Wien, 1887, Band XCV).

(4) Boys, *Les projectiles pris au vol* (*Revue générale des Sciences*, 1892; n° 19).

dant à celui des contacts sur l'interrupteur : il suffit alors de démasquer l'objectif pendant la durée d'un tour pour obtenir une série d'images régulièrement espacées d'un objet placé entre la lentille G et l'objectif. A cet effet est disposé derrière ce dernier un obturateur à double volet qui, au moment voulu, est ouvert par le passage



d'un taquet dont est muni le bord du cylindre; la fermeture s'effectue automatiquement au tour suivant au moyen du même taquet.

» Avec ce chronophotographe électrique et les courants dont nous disposons à l'Institut Marey, nous avons obtenu des fréquences de 1500 images par seconde. »

CHIMIE PHYSIQUE. — *Étude sur les solutions colloïdales. Application de la règle des phases à l'étude de la précipitation des colloïdes.* Note de MM. **Victor Henri** et **André Mayer**, présentée par M. A. Haller.

« En étudiant les conditions de précipitation des colloïdes par différents électrolytes, on est amené à diviser les colloïdes en positifs et négatifs : les premiers précipitables par les anions, les seconds par les cations; les premiers se transportant dans un champ électrique vers la cathode, les seconds vers l'anode; les premiers précipitables par les radiations β du radium, les seconds insensibles à ces radiations. L'ensemble de ces résultats obtenus par différents auteurs et par nous-mêmes semble montrer que la précipitation des colloïdes est un phénomène bien différent de celui de la précipitation des corps dissous quelconques, et que, par conséquent, l'étude systématique de la précipitation des colloïdes ne peut pas être faite par les mêmes méthodes que la précipitation des corps dissous, c'est-à-dire que la règle des phases ne peut pas servir de guide dans le cas des solutions colloïdales. Cette conclusion qui a été formulée par différents auteurs nous paraît être inexacte. Nous croyons qu'on peut appliquer la règle des phases

à l'étude systématique de la précipitation des colloïdes toutes les fois que les phénomènes de précipitation seront réversibles.

» Deux méthodes différentes se présentent pour l'application de la règle des phases aux solutions colloïdales : 1° On peut considérer une solution colloïdale comme formée de granules très petits qui sont en suspension dans un liquide; la composition de ces granules étant différente de celle du liquide environnant, on peut envisager la solution colloïdale comme formée de deux phases correspondant au liquide et aux granules. Pour pouvoir appliquer la règle des phases à un système de ce genre, il faut d'abord montrer que la formation et la disparition de ces granules peuvent être des phénomènes réversibles; on peut le montrer sur des exemples d'émulsions et de solutions colloïdales obtenues au voisinage de points critiques pour des mélanges de deux ou trois corps. Par exemple, si l'on a trois liquides A, B, C, tels que A dissout B et C, et B est insoluble dans C, on pourra souvent former un mélange de ces trois corps qui présentera toutes les propriétés de solutions colloïdales (transport électrique, bleu de Tyndall, précipitation par les électrolytes, absorption, etc.). La formation des colloïdes de ce genre sera souvent réversible (exemple : eau, chloroforme, alcool; eau, alcool, colophane; etc.). Quelquefois un mélange de deux corps (eau et phénol, eau et acide isobutyrique, etc.) donnera lieu au voisinage du point critique à une solution ayant toutes les propriétés des colloïdes. Dans l'application de la règle des phases à ces colloïdes, il y a lieu de distinguer ceux qui sont formés de deux corps et ceux qui contiennent trois corps. Pour les premiers, on voit que, si les forces capillaires n'interviennent pas comme facteur d'action, la composition de chacune des deux phases est indépendante de la quantité des composantes; si, au contraire, la tension superficielle intervient comme facteur d'action au même titre que la température et la pression, la composition des deux phases changera, et de la variation de cette composition on pourra déduire l'influence de la tension superficielle (composition des mousses, solubilité de poudres très fines, etc.).

» 2° La deuxième manière d'appliquer la règle des phases aux colloïdes consiste à considérer une solution colloïdale comme formant une seule phase (le mot *phase* se trouve donc ainsi un peu étendu), et à traiter les différents équilibres comme si l'on avait une solution normale quelconque. Tout un ensemble d'expériences montrent qu'on a le droit de procéder de cette manière, et que la règle des phases permet dans ces cas une étude et une classification systématiques des conditions de précipitation des col-

loïdes. En effet, avec des colloïdes très différents, tels que : l'hydrate ferrique, l'argent colloïdal, le ferrocyanure de cuivre, de fer ou de zinc, l'amidon, le glycogène, la gélatine, les différentes substances albuminoïdes (sérumalbumine, albuminoïde d'œuf, caséine, albumoses, etc.), on obtient des précipitations qui ont, d'une part, le caractère de réversibilité et où, d'autre part, la précipitation du colloïde n'est pas totale.

» Exemples. — 1° Le ferrocyanure de cuivre précipite par addition d'azotate de cuivre. Si l'on ajoute des quantités croissantes de ce dernier, on voit que la quantité de ferrocyanure colloïdal qui reste en solution diminue de plus en plus; si l'on ajoute un grand excès d'azotate de cuivre, le précipité se redissout; le précipité obtenu par addition d'une faible quantité d'azotate de cuivre se redissout par addition de ferrocyanure de potassium; 2° L'argent colloïdal (colloïde négatif) additionné de quantités croissantes d'hydrate de fer (colloïde positif) précipite d'abord partiellement, puis totalement, puis de nouveau seulement en partie et, enfin, le précipité est soluble dans un excès d'hydrate de fer; 3° Pour les substances albuminoïdes, les précipités obtenus par les acides, par les sels de cuivre et d'argent sont partiels et les précipités sont solubles dans un excès de réactif. Toutes ces précipitations sont réversibles.

» Nous avons entrepris l'étude de toutes ces précipitations réversibles en nous guidant de la règle des phases. Une étude analogue, faite dans un but différent, vient d'être publiée par M. Galeotti pour la précipitation des albuminoïdes par les sels de cuivre et d'argent; les expériences de cet auteur montrent l'avantage que présente la règle des phases dans l'étude de ces précipitations.

» En particulier, pour certaines concentrations, on peut obtenir un système à trois phases : cristaux de sulfate de cuivre, précipité d'albumine plus cuivre, solution contenant l'albumine et le sulfate de cuivre; en faisant varier la proportion d'albumine la composition de la solution change, il en résulte nécessairement, en raison de la règle des phases, que la composition du précipité doit changer, donc le rapport d'albumine au cuivre doit être variable. Nous avons trouvé des cas analogues pour les mélanges formés de gélatine, eau et chlorate de soude, ou gélatine, eau et sulfate de cuivre qui donnent lieu à des systèmes de deux phases ou de trois phases. Il est également facile de voir que les précipitations du ferrocyanure de cuivre par des doses croissantes d'un sel de cuivre (en particulier les expériences de J. Duclaux), peuvent être représentées très simplement par la méthode graphique usitée dans les cas des mélanges à trois corps.

» En étudiant les conditions de précipitation des colloïdes tels que l'albumine, on rencontre des cas qui sont en contradiction avec la plupart des théories de précipitation des colloïdes. Ainsi, par exemple, on peut faire des mélanges homogènes d'albumine, azotate de cuivre et eau qui

précipitent par addition d'azotate de cuivre ou par addition d'eau; cette dernière précipitation est en contradiction avec les théories de Hardy et Bredig. Quant à la théorie de Perrin, qui fait intervenir la charge électrique et la cohésion, elle est obligée d'admettre que les granules de colloïdes sont de composition variable.

» *En résumé*, la règle des phases, appliquée aux solutions colloïdales comme à des solutions normales, permet d'étudier et de classer systématiquement les conditions de précipitation de toute une série de colloïdes. »

CHIMIE MINÉRALE. — *Transformation des oxydes et sels oxygénés en chlorures.* Note de M. C. **Matignon** et F. **Bourion**.

« Dans une Note précédente (¹) nous avons montré par des exemples, les propriétés réductrices et chlorurantes du mélange chlore et chlorure de soufre. Le même mélange peut être appliqué à la transformation des sels oxygénés en chlorures anhydres; il est même possible, dans certains cas, de constituer par son intermédiaire des méthodes d'analyse assez simples et rapides. Nous compléterons d'abord les résultats fournis par les oxydes.

» *Anhydride tungstique.* — Cet anhydride peut donner deux oxychlorures distincts suivant les conditions de l'opération. On obtient exclusivement l'oxychlorure TuO^2Cl^2 en lamelles jaunes brillantes quand on chauffe fortement l'oxyde tungstique; une température plus modérée ne fournit que l'oxychlorure $TuOCl^4$ en fines aiguilles rouges, très déliées. Le premier composé commence à se sublimer à 264° sans fondre, le second fond à 211°, ils ont donné à l'analyse :

	Trouvé.	Calculé TuO^2Cl^2.
Tu....................	64,70	64,10
	Trouvé.	Calculé $TuOCl^4$.
Tu....................	53,72	53,73

» La désoxydation complète de l'oxychlorure $TuOCl^4$ n'est pas réalisable commodément; à cause de sa volatilité cet oxychlorure échappe aussitôt formé à l'action réductrice du chlorure de soufre.

» *Oxydes chromique et ferrique.* — Les vapeurs de chlorure de soufre mêlées de chlore paraissent constituer le meilleur agent de transformation du sesquioxyde de chrome en chlorure : la réaction marche même au-dessous du rouge, elle est rapide et complète.

» Avec l'oxyde ferrique insoluble, on obtient très vite le perchlorure volatil.

(¹) *Comptes rendus*, t. CXXXVIII, p. 631.

» *Oxydes de nickel et de cobalt.* — Avec ces oxydes, la chloruration est presque immédiate vers 400°, elle se fait avec une vive incandescence. L'aspect des chlorures ainsi que leur analyse établit leur pureté. Par exemple, avec le cobalt, en réduisant le chlorure par l'hydrogène, on a obtenu les chiffres suivants :

	Trouvé.	Calculé.
Co....................	45,30	45,38

» *Oxydes de zinc, de manganèse, d'étain.*—La préparation des chlorures anhydres à partir de ces oxydes est sans intérêt, nous avons néanmoins examiné l'action du chlorure de soufre en nous plaçant au point de vue de l'application de la méthode à l'analyse. Dans tous les cas on obtient le chlorure, à condition d'éviter la fusion partielle de la masse et par suite l'empâtement du produit initial non encore décomposé.

» *Anhydride borique.* — L'anhydride borique n'a pu être transformé régulièrement en chlorure à la température réalisable dans un tube de verre même difficilement fusible. La réaction exige une température plus élevée pour sortir de la zone de repos chimique.

» *Sulfates de baryum et calcium.* — Le sulfate de baryum perd son soufre et son oxygène et donne uniquement du chlorure : ce chlorure est en effet soluble dans l'eau sans traces de résidu et la variation de poids du sel correspond à une transformation complète.

	Trouvé.	Calculé.
$BaCl^2$(de SO^4Ba)............	89,37	89,31

» Le sulfate de calcium se comporte comme le précédent.

» *Carbonate de baryum.* — On rend rapidement solubles une dizaine de grammes de carbonate de baryum; la variation de poids et la dissolution complète du produit transformé indiquent une réaction achevée.

» *Analyse.* — Nous avons appliqué cette action chlorurante au dosage de mélanges d'oxyde ferrique calciné et de sulfate de baryum. La méthode est rapide, le chlorure de fer se volatilise, il ne reste dans la nacelle que le chlorure de baryum soluble. Des mélanges de composition déterminée faits à l'avance ont donné à l'analyse les chiffres suivants :

Composition du mélange en SO^4Ba.	SO^4Ba trouvé d'après $BaCl^2$.
83,79	84,25
89,11	88,90
50,55	50,49
17,23	17,10

» On a pu analyser aussi un mélange d'oxyde chromique et de sulfate de baryum. Le chlorure de baryum a été séparé par l'eau du chlorure chromique insoluble.

Composition du mélange en SO^4Ba.	Trouvé.
41,00	40,74

» *En résumé,* le chlorure de soufre et le chlore permettent de transfor-

mer les oxydes et sels oxygénés en chlorures anhydres; cette transformation peut être utilisée quelquefois avantageusement au point de vue analytique. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sels d'argent et de plomb des acides monoalcoylphosphoriques*. Note de M. **J. Cavalier**, présentée par M. Troost.

« On sait que l'acide phosphorique forme plus facilement avec les métaux lourds des sels normaux, trimétalliques, insolubles dans l'eau, que des sels acides; de sorte que, si l'on précipite une solution de phosphate disodique, neutre à la phtaléine du phénol, par un sel d'un pareil métal, la liqueur devient acide et il se précipite tout d'abord du phosphate trimétallique. Ce phénomène, qui peut déjà s'observer avec les alcalino-terreux, est particulièrement net avec le plomb et l'argent; les phosphates acides de ces deux métaux sont décomposables par l'eau, ne peuvent se former par double décomposition en partant d'un phosphate quelconque, et s'obtiennent seulement en milieu très acide.

» J'ai constaté des phénomènes analogues dans l'étude des éthers phosphoriques diacides PO^4RH^2. Toutefois, les sels neutres alcalino-terreux étant notablement solubles dans l'eau, les sels acides correspondants s'y dissolvent intégralemeut sans décomposition.

» Il faut s'adresser à d'autres métaux tels que le plomb et l'argent.

» I. Deux solutions, exactement neutralisées au méthylorange, de *monoallylphosphate* acide de baryum $[(PO^4.C^3H^5.H)^2Ba = 10^l]$ et d'azotate de *plomb* $[(AzO^3)^2Pb = 5^l]$ sont mélangées en proportions équimoléculaires; il se produit presque aussitôt un précipité bien cristallisé d'allylphosphate diplombique suivant la réaction :

$$2(PO^4.C^3H^5.H)^2Ba + 2Pb(AzO^3)^2$$
$$= (PO^4.C^3H^5)^2Pb + PO^4.C^3H^5.H^2 + 2Ba(AzO^3)^2.$$

» La liqueur surnageante est fortement acide au méthylorange, mais elle renferme encore du plomb, et un titrage montre que la réaction précédente porte seulement sur environ les $\frac{4}{5}$ des substances en présence.

» Une addition nouvelle d'azotate de plomb à la liqueur filtrée (qui renferme alors à peu près $\frac{1}{20}$ $PO^4.C^3H^5.H^2$ libre par litre) ne produit plus de précipité notable. Par contre l'addition d'un alcali jusqu'à neutralité au méthylorange précipite tout le plomb à l'état de sel diplombique, alors que la liqueur renferme un allylphosphate monométallique.

» II. L'*éthylphosphate* et l'azotate de *plomb* se comportent de même.

» En solution plus diluée $[(PO^4.C^2H^5.H)^2Ba = 20^l]$, la réaction est moins complète;

à la température ambiante, le précipité renferme seulement 42 pour 100 du plomb introduit (alors que pour une concentration double on trouve 80 pour 100). Cette quantité augmente par une élévation de température et atteint 52 pour 100 à l'ébullition.

» III. Avec les dilutions précédentes, l'azotate d'*argent* ne donne aucun précipité dans les solutions d'éthyl et d'allylphosphate monobarytique. Les sels diargentiques correspondants sont en effet légèrement solubles dans l'eau. Il faut opérer avec des solutions plus concentrées et, même alors, le précipité est toujours peu abondant.

» Une molécule de $(PO^4.C^2H^5.H)^2Ba$ (dans 2^l) est mélangée avec $2AgAzO^3$ (dans 2^l); la liqueur devient acide au méthylorange et il se forme assez lentement un précipité cristallisé de $PO^4.C^2H^5.Ag^2$ qui renferme seulement 4 pour 100 de l'argent employé.

» IV. Les sels monométalliques d'argent et de plomb des acides éthyl et allylphosphoriques ne peuvent donc s'obtenir par double décomposition à partir d'une solution d'un sel acide. Il faut opérer en milieu très acide.

» De l'éthylphosphate neutre de plomb est dissous dans une solution aqueuse d'acide éthylphosphorique à 57 pour 100; après filtration, il se dépose par refroidissement une petite quantité de cristaux constitués par l'éthylphosphate *acide de plomb* $[PO^4.C^2H^5.H]^2Pb$, mélangé d'un peu de sel neutre. (Trouvé Pb : 48,4; P : 12,8. Calculé pour le sel acide : 45,29; 13,57; pour le sel neutre : 6,25; 9,4.)

» V. L'éthylphosphate neutre d'argent se dissout beaucoup plus abondamment à chaud dans l'acide concentré que le composé plombique; la solution donne par refroidissement une masse hétérogène de cristaux dont la teneur en argent correspond à un mélange en proportions sensiblement égales de sel neutre et de sel acide. Les eaux mères additionnées d'alcool donnent un dépôt cristallisé dont la composition est celle de l'éthylphosphate acide d'argent. (Trouvé Ag : 45,9; P : 13,04. Calculé pour $PO^4.C^2H^5.HAg$: 46,3; 13,3.)

» En résumé, au point de vue des sels de plomb et d'argent, les acides monoéthyl et monoallylphosphoriques se comportent d'une manière analogue à l'acide phosphorique; les sels monométalliques solubles, neutres au méthylorange, donnent par addition d'azotate de plomb ou d'argent un précipité de sel bimétallique et la liqueur devient acide au méthylorange; les sels monométalliques de plomb et d'argent ne peuvent se former qu'en milieu très fortement acide. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *L'arnistérine, phytostérine de l'*Arnica montana *L.* Note de M. T. **Klobb**, présentée par M. A. Haller.

« L'existence d'une phytostérine dans les capitules de Camomille romaine (*Anthemis nobilis*) (¹) m'a engagé à rechercher si des composés

(¹) *Bulletin de la Société chimique*, t. XXVII, 1902, p. 1229.

semblables se trouveraient dans d'autres Synanthérées, notamment dans l'*Arnica*.

» On fait digérer les fleurs pendant une quinzaine de jours dans du pétrole léger bouillant de 30° à 70°, et l'on renouvelle le traitement une seconde fois. Les liquides réunis sont distillés à la vapeur et réduits à un très petit volume, par exemple 300^{cm^3} pour 6^{kg} de fleurs, enfin on chasse tout le pétrole par distillation dans le vide au bain-marie. Le résidu est délayé dans un grand excès d'acétone chaude et le tout abandonné à cristallisation. Après quelques heures on sépare par filtrage à la trompe un volumineux dépôt formé d'écailles cristallines qui n'est autre chose que le carbure d'hydrogène ou mélange de carbures déjà analysé par Börner (¹). Le liquide acétonique est distillé; il reste environ 200^g (pour 6^{kg} de fleurs) d'une huile grasse tenant en dissolution une grande partie de la matière colorante jaune des pétales. On la saponifie en la chauffant avec 50^g de potasse et 250^g d'alcool absolu; la matière colorante jaune, très stable, semble peu attaquée. On chasse l'alcool par distillation, on reprend le savon par 4^l d'eau au moins, on neutralise la potasse en excès par un courant de CO^2; à ce moment la solution savonneuse tient en suspension une matière figée jaune qui, au microscope, présente un commencement de cristallisation en globules radiés. On épuise le liquide à plusieurs reprises par de l'éther (²), on distille ce dernier et le résidu amené à un faible volume, par exemple 250^{cm^3}, est abandonné à lui-même. Le plus généralement, le résidu épais et coloré cristallise peu à peu, si l'on a soin d'opérer à basse température, vers 0°. Il se forme de magnifiques lamelles hexagonales ou rhombiques accompagnées de formes diverses telles qu'aiguilles réunies en étoiles, boules à structure radiée. Au fur et à mesure que l'éther s'évapore on ajoute de l'alcool et l'on abandonne sous cloche. En hiver, la cristallisation progresse ainsi assez rapidement. A la fin, on essore, on lave les cristaux avec de l'alcool froid et on les purifie par l'alcool bouillant en présence de noir animal. Mais l'arnistérine est mélangée de carbures restés dissous dans l'huile fixe et mis en liberté lors de la saponification; la séparation en est difficile et cause d'assez grandes pertes de matière. On fait cristalliser d'abord dans l'acétone, la majeure partie du carbure se dépose par refroidissement, l'arnistérine reste en solution. On évapore à sec la solution acétonique, le résidu est repris par l'alcool bouillant avec addition d'environ 25 pour 100 de benzène. Par évaporation lente on obtient finalement de beaux cristaux isolés en forme de losanges plats; c'est l'arnistérine renfermant 1^{mol} d'alcool de cristallisation. Pour l'analyse on a fait recristalliser encore le produit plusieurs fois dans de l'alcool pur.

» Lors des extractions il faut éviter avec soin de porter les extraits pétroliques à température supérieure à 100°.

» Le liquide épais, au sein duquel se sont déposés les premiers cristaux

---

(¹) *Ueber die Bestandtheile der Blüthen von* Arnica montana (*Dissertat.* Erlangen, 1891).

(²) La séparation de l'éther est très difficile sinon impossible. Mais les deux couches se séparent très nettement si à l'émulsion formée d'abord on ajoute du sulfate de soude anhydre; il suffit d'agiter fortement dans un flacon pendant quelques instants.

d'arnistérine brute, en donne encore par addition d'alcool et exposition prolongée au froid. A la fin il reste une notable quantité d'une substance épaisse, transparente, colorée, d'une odeur de miel, de saveur aromatique et amère, soluble dans tous les dissolvants organiques; les dissolutions étendues ont une belle couleur jaune d'or.

» C'est l'*arnicine* des auteurs (Lebourdais, Walz, etc.) dont l'arnistérine représente par conséquent la partie cristallisable.

» *Propriétés.* — Du sein de l'alcool ou d'un mélange de benzine et d'alcool, l'arnistérine se sépare en cristaux isolés, aux contours très nets, d'apparence rhomboédrique, qui, chauffés à 115°-120°, perdent 1^{mol} d'alcool de cristallisation (trouvé : 9,84-9,76-9,90 pour 100).

Calculé pour	$C^{28}H^{46}O^2 + C^2H^6O$	10	pour 100
»	$C^{29}H^{48}O^2 + C^2H^6O$	9,70	»

» Privé d'alcool, le corps fond à 249°-250° (corr.) et se sublime à une température plus élevée.

» Les nombreuses analyses effectuées sur l'arnistérine s'accordent mieux avec la formule $C^{28}H^{46}O^2$. Elles pourraient convenir également pour un corps en C^{14}, mais la cryoscopie s'y oppose. J'ai trouvé, en effet, dans l'acide acétique avec un abaissement de 0°,47, M = 428. Théorie pour la formule en C^{28} : 414. Le corps est soluble dans tous les dissolvants organiques, les solutions cristallisent difficilement, sauf avec l'alcool. Les réactions colorées sont celles des phytostérines. L'arnistérine jouit du pouvoir rotatoire droit. J'ai trouvé avec une solution dans l'acétone pure du bisulfite, $p = 0^g,5063$, $V = 40^{cm^3}$, $t° = 15°$, une rotation de $+3°11'$ pour un tube de $0^m,4$, d'où pour cette concentration (1,26 pour 100) $\alpha_D = +62°8'$. Le chlorure de benzoyle réagit facilement, mais jusqu'à présent le dérivé n'a pas encore cristallisé.

» Par ses divers caractères, et surtout par la présence dans sa molécule de 2^{at} d'oxygène, le nouveau corps se distingue nettement à la fois de l'*anthestérine* que j'ai décrite précédemment [1], et des autres cholestérines végétales. »

---

[1] *Bulletin de la Société chimique, loc. cit.*

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur quelques aminoalcools à fonction alcoolique tertiaire du type*

$$R-\overset{\overset{CH^3}{/}}{C}OH\underset{\diagdown}{}CH^2.Az\begin{matrix}CH^3\\CH^3\end{matrix}.$$

Note de M. E. **Fourneau**, présentée par M. A. Haller.

« Les recherches de Grignard ont permis à M. Tiffeneau de réaliser avec facilité la synthèse de certaines halohydrines d'un type nettement défini, possédant toutes la formule générale :

$$\underset{\displaystyle CH^3}{R.COH} - CH^2Cl$$

(*Comptes rendus*, t. CXXXIV, p. 775).

» Les aminoalcools correspondants n'étaient pas encore connus. On les obtient facilement en chauffant les chlorhydrines avec un peu plus de 2 molécules d'une amine tertiaire ou secondaire dissoute dans l'alcool. On les isole en chassant par l'ébullition une partie du dissolvant qui entraîne l'amine en excès, en extrayant la base par de l'acide chlorhydrique étendu, puis en la mettant en liberté par de la soude caustique, après avoir lavé soigneusement la solution acide avec de la benzine. La base extraite par de l'éther est distillée dans le vide. Les rendements s'élèvent à 80 pour 100.

» Les amines secondaires et les amines tertiaires donnent les mêmes produits, la choline qui se forme avec ces dernières perdant toujours de l'alcool pendant le traitement à la soude.

» Les aminoalcools à fonction alcoolique tertiaire bouillent sans décomposition à la pression ordinaire. Les premiers termes sont très solubles dans l'eau. Tous sont plus solubles dans l'eau froide que dans l'eau chaude, et c'est là une propriété qu'ils partagent avec les chlorhydrines dont ils dérivent. Ils ne réduisent pas à froid le permanganate en solution acide, mais une très légère élévation de température amène cette réduction.

» La plupart de leurs sels sont difficilement cristallisables. Les sels doubles sont, ou très solubles comme le chloromercurate et le chloroplatinate, ou facilement décomposables comme les chloroaurates.

» Il suffit cependant d'éthérifier la fonction alcoolique, par exemple par l'acide benzoïque, pour que les sels des nouveaux dérivés obtenus soient éminemment cristallisables. Comme ces dérivés benzoylés s'obtiennent avec la plus grande facilité par tous les moyens connus, ils peuvent parfaitement servir à la caractérisation des bases dont ils dérivent. Leurs chlorhydrates sont solubles dans l'eau, dans l'alcool chaud et dans l'éther acétique.

» La propriété la plus singulière de ces sels, ce qui donne au groupe spécial d'aminoalcools auquel ils appartiennent, à défaut d'intérêt chimique, un certain intérêt physiologique, c'est qu'ils possèdent tous des propriétés anesthésiques locales très nettes.

» *Méthyldiméthylaminopropanol :*

$$CH^3.\overset{\diagup CH^3}{\underset{\diagdown CH^2.Az\langle^{CH^3}_{CH^3}}{COH}}$$

bout à 60° sous 48^{mm}. Son dérivé benzoylé cristallise des solutions alcooliques saturées à chaud en gros cubes qui s'effleurissent à l'air et fondent à 202°.

» *Éthyldiméthylaminopropanol,* bout à 57° sous 23^{mm}; le chlorhydrate du dérivé benzoylé cristallise de l'alcool absolu en fines aiguilles brillantes, très solubles dans l'eau, l'alcool méthylique et l'éther acétique. Il fond à 175°. L'oxalate fond à 145°.

» *Propyldiméthylaminopropanol,* bout à 78° sous 35^{mm}; la chlorhydrine correspondante, non décrite par Tiffeneau, bout à 75° sous 28^{mm}.

» Le chlorhydrate du dérivé benzoylé cristallise en fines aiguilles d'un mélange d'alcool et d'éther. Il est hygroscopique et fond à 141°.

» *Isoamyldiméthylaminopropanol,* bout à 98° sous 24^{mm}. Il est peu soluble dans l'eau. Son odeur est forte. La chlorhydrine correspondante non décrite bout à 96° sous 23^{mm}.

» Le chlorhydrate du dérivé benzoylé cristallise d'un mélange d'alcool et d'éther en longues houppes d'aiguilles soyeuses et brillantes, insolubles dans l'acétone, fondant à 138°.

» *Phényldiméthylaminopropanol :*

$$C^6H^5.\underset{\displaystyle CH^3}{\underset{|}{COH}} - CH^2.Az \begin{matrix} - CH^3 \\ \diagdown CH^3 \end{matrix}$$

bout vers 135°-136° sous 32^{mm}. Le chlorhydrate cristallise en paillettes fondant à 159°-160°.

» Le chlorhydrate du dérivé benzoylé, très peu soluble dans l'alcool absolu et dans l'eau froide, est très soluble dans l'alcool méthylique bouillant d'où il cristallise par refroidissement en belles tablettes brillantes fondant à 205°-206°.

» *Benzyldiméthylaminopropanol.* — La chlorhydrine correspondante bout à 155° sous 25^{mm}.

» La base bout à 144° sous 24^{mm}. Le chlorhydrate du dérivé benzoylé cristallise de l'alcool absolu en fines aiguilles et de l'alcool méthylique en magnifiques prismes transparents et durs fondant à 195°. »

BOTANIQUE. — *L'*Hyphœne coriacea, *palmier textile de Madagascar.* Note de M. Pascal Claverie, présentée par M. Bonnier.

« L'*Hyphœne coriacea* est, à Madagascar, après le *Raphia Ruffia,* l'un des palmiers qu'utilisent le plus souvent les Sakalaves sur la côte nord-ouest de l'île. Avec les segments des feuilles ils confectionnent divers objets de vannerie; et ils préparent même, en outre, quelquefois une sorte de filasse avec les filaments fibreux qu'ils isolent de ces segments.

» D'après les renseignements que nous a fournis M. Perrier de la Bathie, cet *Hyphœne coriacea,* appelé sur la côte ouest *satrana viehy,* ou *satrana mira,* ou encore *banty,* atteint 2^m à 3^m de hauteur.

» Avec les échantillons remis à M. Jumelle par M. Perrier de la Bathie, nous avons pu nous rendre compte tout d'abord de la structure des segments foliaires utilisés.

» Ce sont les plis supérieurs de la feuille jeune qui se déchirent; la partie concave de chaque segment foliaire correspond donc à la face supérieure de cette feuille.

» Sur une section transversale on remarque que le limbe, qui est pourvu de stomates sur les deux épidermes, possède, sous chacun de ces épidermes, plusieurs assises continues de cellules parenchymateuses ordinaires; il y en a deux sous l'épiderme supérieur, et trois ou quatre sous l'épiderme inférieur.

» Le reste du parenchyme foliaire est entrecoupé par les faisceaux libéro-ligneux, dont chacun est relié aux deux couches sous-épidermiques par deux faisceaux fibreux; ces faisceaux fibreux d'ailleurs ne se continuent pas latéralement autour des faisceaux libéro-ligneux. En outre, alternant avec ces paquets fibreux qui accompagnent les faisceaux libéro-ligneux, sont de plus petits îlots de même nature, qui sont également accolés aux couches sous-épidermiques; mais ces autres îlots ne s'avancent pas jusqu'au centre de la feuille, et ils ont par conséquent leurs pointes libres puisqu'il n'y a pas à ce niveau de faisceau libéro-ligneux.

» Quant à la filasse que nous avons reçue en même temps que ces feuilles, nous avons voulu nous rendre compte de son origine précise, ainsi que de sa composition anatomique.

» Au point de vue anatomique, une coupe laisse voir aisément que chaque filament

correspond à un faisceau libéro-ligneux complètement entouré d'une assise scléreuse, mince latéralement et formant surtout un arc épais autour du bois.

» Il en résulte que la section transversale de ces filaments est ovale dans le sens antéro-postérieur, le grand diamètre mesurant en moyenne $0^{mm},345$ et le petit $0^{mm},285$.

» Au point de vue de l'origine, l'examen des feuilles entières laisse pressentir que ce doit être le bord des segments foliaires qui fournit les filaments, car, régulièrement, de l'un des bords de chacun de ces segments tend à se séparer un filament brunâtre analogue à ceux qui composent la filasse.

» L'étude anatomique confirme cette supposition, établissant, de plus, que chaque segment ne peut donner qu'un de ces filaments. Examinons, en effet, une section transversale de la feuille, immédiatement au-dessous d'un des points où cessent les déchirures. Nous remarquons, tout d'abord, une structure bien distincte de celle des nervures correspondant aux plis qui ne se déchirent pas.

» Dans ces véritables nervures, il y a, dans la région médiane, quatre gros faisceaux libéro-ligneux plus ou moins superposés et de plus en plus grands à mesure qu'on se rapproche de la face supérieure, en outre quelques faisceaux latéraux et, enfin, plus extérieurement, plusieurs petits îlots exclusivement fibreux. Au contraire, dans les plis correspondant aux déchirures, les grands faisceaux libéro-ligneux sont disposés suivant un arc périphérique, qui ne semble que la continuation de la rangée des faisceaux du limbe et qui est séparé seulement de l'épiderme supérieur par quelques assises cellulaires; ce sont les îlots scléreux qui sont répartis dans la région centrale.

» Mais, d'ailleurs, *la déchirure ne se produit pas au sommet même du plissement, mais un peu latéralement*. Il en résulte que, à chaque déchirure, l'un des deux bords voisins de deux segments est mince et l'autre forme bourrelet.

» Or, en outre, un filament brunâtre, faiblement adhérent, est accolé au bord mince, et c'est ce filament, au niveau duquel la déchirure s'est produite exactement, qui constitue un brin de filasse, tel que nous l'avons décrit plus haut.

» Ces filaments bruns, en l'état où nous les avons reçus isolés, ont 50^{cm} à 70^{cm} de longueur. Leur résistance est un peu plus faible que celle de la filasse de coco, car, alors que, d'après M. Lecomte, un filament de coir de 8^{cm} de longueur se rompt sous un poids moyen de 650^{g}, la rupture de ces filaments de feuille d'*Hyphœne coriacea* a eu lieu, dans nos essais, sous une charge moyenne de 550^{g}. D'autre part, l'élasticité a été beaucoup moindre que celle du coir, et est presque nulle.

» En définitive, *cette filasse de feuille d'*Hyphœne coriacea, *dont nous venons de décrire l'origine et la structure anatomique, semble donc sensiblement inférieure à celle des fruits de Cocotier.* »

BOTANIQUE. — *Sur la persistance de la structure alterne dans les cotylédons du Lamier blanc et de plusieurs autres Labiées.* Note de M. G. **Chauveaud**, présentée par M. Ph. Van Tieghem.

« Il y a trois ans, j'ai présenté à l'Académie une Note (¹) dans laquelle je proposais une interprétation nouvelle, qui peut se résumer ainsi :

» La disposition superposée (du bois et du liber), caractéristique de la feuille, n'est pas primaire au même degré que la disposition alterne qui caractérise la racine. Elle correspond seulement à la dernière phase de l'évolution de l'appareil conducteur, dont la disposition alterne représente la première phase, l'une et l'autre étant reliées par une disposition intermédiaire.

» En effet, dans toutes les racines des plantes supérieures, où l'appareil conducteur subit son évolution complète, on voit apparaître : 1° la phase alterne, 2° la phase intermédiaire, 3° la phase superposée; les dispositions correspondantes se succédant très nettement.

» Mais si, au lieu de suivre le développement dans la racine, on s'éloigne de la radicule pour s'élever dans le corps de la plantule, on constate, dans le développement de l'appareil conducteur, une accélération plus ou moins grande suivant les plantes. Cette accélération se traduit par la suppression des deux premières phases et par l'apparition plus hâtive de la dernière phase, qui persiste seule, à partir d'un certain niveau.

» Cette constatation montre combien vaines sont les théories qui expliquent la racine en prenant comme point de départ la structure de la feuille où seule cette dernière phase se trouve représentée.

» Depuis la publication de cette première Note, j'ai décrit, en détail, la suppression des deux premières phases, dans plusieurs cas particuliers, empruntés aux exemples que je réunis pour un travail d'ensemble sur ce sujet important. Ces cas, pris parmi les divers groupes de Phanérogames, ont été choisis de façon à montrer les types extrêmes entre lesquels doivent se ranger tous les autres. Ainsi, quand le développement est très accéléré, comme dans le Haricot (²), cette suppression se fait brusque-

---

(¹) G. Chauveaud, *Sur la structure des plantes vasculaires* (*Comptes rendus*, 14 janvier 1901).

(²) G. Chauveaud, *Sur le passage de la structure primaire à la structure secondaire dans le Haricot* (*Bull. du Mus. d'Hist. nat.*, 1901, p. 23).

ment, au voisinage du collet. Quand, au contraire, il est très peu accéléré, comme dans l'Oignon (1), le Pin maritime (2), les premières phases persistent non seulement dans la tigelle, comme on le savait, mais encore jusque dans les cotylédons, fait absolument nouveau. Ce *fait nouveau* présente à mes yeux une importance toute spéciale, puisqu'il apporte à mon interprétation une confirmation évidente. Il permet, en effet, de voir apparaître, dans une feuille, les mêmes phases que j'avais indiquées dans la racine. Comme il est aisé de constater que la succession de ces diverses phases : 1° alterne, 2° intermédiaire, 3° superposée, s'y fait suivant le même ordre, cela démontre bien que la disposition superposée de la feuille ne représente que la dernière phase de l'évolution de l'appareil conducteur.

» Les faits ci-dessus sont rappelés à propos d'une Note (3) récemment présentée à l'Académie pour signaler la présence de la disposition alterne dans les cotylédons de plusieurs Labiées. Bien que je ne sois aucunement cité dans cette Note, la description qu'elle contient est telle que je me permets de la reprendre sur le point essentiel.

» Dans le *Lamium album*, ainsi que dans les autres Labiées indiquées, *les deux faisceaux ligneux primaires de la radicule se continuent jusque dans les cotylédons, en demeurant toujours dans le même plan, qui est le plan de symétrie des cotylédons. Ces faisceaux ne se partagent pas en deux masses et aucune rotation n'intervient.*

» D'ailleurs, dans ces plantes, la structure est semblable à celle du Radis, qui m'a servi comme premier type, avec cette seule différence que, le développement étant un peu moins accéléré dans les Labiées, la succession des phases alterne, intermédiaire et superposée, se montre avec une netteté plus grande dans leurs cotylédons.

» Par suite des progrès de l'âge, les éléments les premiers formés sont digérés et disparaissent, de telle sorte que, plus tard, on ne trouve, dans ces cotylédons, que les éléments superposés, c'est-à-dire la disposition caractéristique de la feuille. Il est donc désormais évident que prendre la feuille comme point de départ pour reconstituer la racine, c'est vouloir reconstituer l'appareil conducteur tout entier à l'aide de ses seuls éléments

---

(1) *Passage de la position alterne à la position superposée de l'appareil conducteur, avec destruction des vaisseaux centripètes primitifs, dans le cotylédon de l'Oignon* (Allium Cepa) (*Bull. du Mus. d'Hist. nat.*, 1902, p. 52).

(2) *Passage de la disposition primitive à la disposition secondaire dans les cotylédons du Pin maritime* (Pinus maritima) (*Bull. du Mus. d'Hist. nat.*, 1902, p. 149).

(3) *Comptes rendus*, t. CXXXVII, p. 804.

superposés. Or, les hypothèses les plus ingénieuses ne sauraient remplacer les éléments primaires disparus. »

PHYSIQUE BIOLOGIQUE. — *Actions électives de plusieurs parties du corps sur certains écrans phosphorescents.* Note de M. **Augustin Charpentier**, présentée par M. d'Arsonval.

« J'ai reconnu que la plupart des alcaloïdes, ainsi que plusieurs autres substances toxiques, comme le chloral, émettaient des rayons N en quantité généralement considérable, quoique variant de l'un à l'autre.

» De plus, j'ai constaté sur ces substances un fait qui m'avait déjà frappé à propos des corps odorants. Leur action sur l'écran phosphorescent est renforcée par le voisinage d'une autre source de rayons N, telle qu'une bille d'acier trempé, etc. L'action totale n'est pas simplement la somme de celle produite par le corps essayé et de celle produite par la source accessoire, elle est plus forte que cette somme (ce qu'on voit facilement en observant d'abord l'effet des deux sources éloignées l'une de l'autre, quoique à des distances égales de l'écran, puis en les rapprochant presque au contact l'une de l'autre, toujours à la même distance de l'écran).

» Cette sorte de résonance m'avait conduit à employer des écrans sur tablettes de camphre, qui renforcent la luminosité du sulfure dans le cas où l'observateur aurait besoin d'une intensité lumineuse plus grande qu'avec les écrans simples.

» J'ai obtenu, suivant le même principe, des écrans renforçateurs en fixant au collodion, sur une feuille de carton noir, et sur une étendue de 10^{cm^2} à 12^{cm^2}, une couche épaisse de chacun de mes alcaloïdes et, sur la partie centrale de cette couche, une tache mince de sulfure phosphorescent de 1^{cm} à 2^{cm} de diamètre.

» Ces écrans subissent, comme les écrans simples, l'influence des sources de rayons N et, ce qui m'intéresse surtout, des sources physiologiques; mais, fait nouveau, *ils la subissent d'une façon élective*, c'est-à-dire que, présentés devant les différentes parties du corps, *ils sont plutôt influencés par certains organes que par d'autres,* de sorte que l'émission apparente des différents organes appréciée par plusieurs écrans différents n'a pas la même valeur relative, suivant l'alcaloïde employé.

» De plus, pour un écran donné, l'organe qui montre l'émission la plus intense, ou, si l'on veut, qui produit la plus forte modification de la phos-

phorescence, est celui qui présente la plus forte affinité pour l'alcaloïde employé, c'est-à-dire *celui sur lequel se localise le plus spécialement l'action toxique de cet alcaloïde dans l'expérimentation physiologique.*

» Ainsi la *digitaline* a une action élective excitante sur le cœur : un écran à la digitaline brillera fortement devant cet organe et permettra d'y déterminer les contours beaucoup plus nettement qu'un écran simple. (Tous ces écrans doivent être déplacés *très lentement*, ils ont une grande inertie.)

» La *pilocarpine* excite spécialement les glandes, surtout certaines d'entre elles, glandes salivaires et autres. Or un écran à la pilocarpine localise nettement les glandes salivaires; donne, d'une façon très visible, les contours du foie et permet de reconnaître la situation du pancréas malgré sa profondeur (il faut alors que l'estomac soit vide et inactif, autrement il agirait aussi et l'on ne verrait pas d'espace obscur bien net entre le rebord inférieur du foie et le bord supérieur du pancréas). Quant au cœur, que la pilocarpine ralentit, il donne avec l'écran en question une zone *un peu moins éclairée* que les parties avoisinantes. Je n'ai pas pu me procurer de muscarine, qui eût montré probablement encore mieux ce dernier phénomène.

» L'*atropine*, accélératrice du cœur, forme un écran brillant davantage au niveau de cet organe; au contraire, au niveau des glandes, dont elle suspend la sécrétion, il y a affaiblissement du même écran (1).

» Parmi les poisons nerveux, les uns portent leur action sur certaines parties qui sont respectées relativement par les autres. Ces différences de localisation se traduisent par des effets différents sur nos écrans. Ainsi l'écran à la *strychnine* brille plus sur la moelle que partout ailleurs (ce qui n'est pas le cas pour un écran simple). Un écran à l'*apomorphine* brille surtout au niveau du bulbe, moins sur le cerveau et sur la moelle. Un écran à la *nicotine* (flacon très plat rempli de nicotine et sur le bouchon duquel est la tache de sulfure) donne son maximum d'éclat vers le haut de la région mastoïdienne, où il est relativement près de la protubérance. Un écran au *chloral* donne un éclat marqué sur l'ensemble du cerveau (avec quelques différences suivant les régions); sur le bulbe et la moelle, il brille sensiblement moins.

» Un écran à la *santonine* est influencé au maximum par le voisinage des centres visuels : il brille au point que j'ai précédemment indiqué comme augmentant la vision sous l'influence des rayons N (entre les bosses pariétales et le sommet de l'occipital), et surtout sur la ligne médiane du crâne vers la partie postérieure de la suture sagittale (les centres visuels principaux sont situés dans cette région à la face interne des hémisphères cérébraux). Il brille aussi considérablement devant l'œil et dans son voisinage.

» Or, dans tous ces cas, l'action élective de chaque région sur l'écran est bien conforme à l'action élective physiologique du toxique employé.

» Je laisse de côté pour le moment d'autres poisons (curare, vératrine,

(1) Tous les faits précédents ont été contrôlés par la mise à nu des organes sur le chien vivant, avec l'obligeant concours de mon collègue M. Édouard Meyer.

cocaïne, etc.) dont l'action spécifique se porte non sur une partie du corps déterminée, mais sur un ou plusieurs éléments anatomiques plus ou moins diffusés dans l'économie. »

CHIMIE PHYSIOLOGIQUE. — *Sur les réactions colorées consécutives à l'action de la tyrosinase.* Note de M. C. **Gessard**, présentée par M. Roux.

« En poursuivant l'étude de l'action de la tyrosinase sur la tyrosine, j'ai été frappé de la ressemblance de beaucoup des réactions colorées avec celles qui ont été attribuées par différents auteurs au suc ou au principe extrait des capsules surrénales. La présente Note a pour but de mettre ces ressemblances en évidence.

» Les phénomènes de coloration consécutifs à l'action de la tyrosinase offrent deux phases distinctes. La première seule est imputable à la diastase : c'est le passage au rose, puis au rouge. Au bout d'un temps variable suivant les circonstances, succède une coloration violette, et finalement un précipité noir qui laisse le liquide surnageant entièrement décoloré. En réalité, deux produits différents, que je n'avais pas distingués dans mes premières études ([1]), correspondent à ces différences d'aspect. Je ne les caractériserai encore que par leurs réactions colorées.

» Le produit rouge est jauni ou décoloré par les acides minéraux. Il donne avec les alcalis un beau jaune d'or, qui se fonce en brun avec la potasse, en violet avec l'ammoniaque. Ce même violet, que nous retrouverons plus loin, résulte aussi de la saturation par l'ammoniaque après quelque temps de contact des acides. L'eau iodée fait virer le rouge au carmin ; le perchlorure de fer le change en beau vert. Mais le rouge n'est pas l'attribut nécessaire et inséparable du produit de l'action de la tyrosinase sur la tyrosine. Il est remplacé par une coloration verte, quand la diastase agit en présence d'une trace de fer (sel au minimum). D'autre part, la présence de l'oxygène est indispensable à la manifestation de la couleur. Aussi des corps capables de lui disputer l'oxygène [matières accompagnantes dans le suc des capsules surrénales ([2])] ou bien la saturation par l'hydrogène sulfuré de la solution rougie par la diastase empêchent ou détruisent la couleur rouge, qui se retrouve quand ces agents sont écartés.

» L'exposition dans le vide conduit à un autre résultat. La liqueur rouge se décolore avec lenteur. Mais c'est une coloration violette et non plus rouge qui apparaît par la rentrée de l'air. C'est que, dans ces conditions, un nouveau corps a pris nais-

---

([1]) *Sur la tyrosinase* (*Comptes rendus*, t. CXXX, 1900, p. 1327) et *Études sur la tyrosinase* (*Annales de l'Institut Pasteur*, t. XV, 1901, p. 593).

([2]) *Comptes rendus*, t. CXXXVIII, p. 586.

sance par réduction du premier et qui n'est pas réversible en celui-ci. Il est très oxydable et se caractérise par la coloration violette de sa combinaison oxygénée et par la tendance de cette dernière à la précipitation sous forme de poudre noire, le violet n'étant d'ailleurs qu'un aspect de la précipitation au début. Cette réduction s'obtient, même à l'air, par un traitement à la poudre de zinc, déjà à froid et en milieu neutre, encore mieux si l'on acétifie et si l'on chauffe. L'ébullition du liquide rouge détermine encore plus rapidement sa décoloration, à quoi succède le violet par refroidissement. Enfin, et c'est l'influence qui semble entrer en jeu dans les conditions naturelles du phénomène, certains sel neutres, ajoutés à la solution de tyrosine simultanément avec la tyrosinase, favorisent l'apparition du violet à la suite ou même à l'exclusion du rouge et aboutissent à la décoloration de la liqueur par précipitation du produit noir (mélanine). Nous avons vu plus haut le même effet résulter de l'action des acides et de l'ammoniaque. Ainsi, tous ces modes d'intervention divers, qui affectent si différemment la coloration rouge dans le mélange tyrosinase et tyrosine, ont pour aboutissant commun le produit incolore, oxydable et précipitable en noir à l'air.

» L'addition d'un acide à la liqueur décolorée par le vide ou l'ébullition la maintient incolore, même à l'air. Par saturation de l'acide, le violet apparaît; les alcalis favorisent, d'ailleurs, sa production. Le perchlorure de fer donne, avec le nouveau produit, la même coloration verte qu'avec le produit rouge. La liqueur décolorée par le vide ou l'ébullition réduit instantanément à froid l'azotate d'argent ammoniacal. Le chromogène qu'elle tient en dissolution est précipité par le sous-acétate de plomb.

» L'étude de chacun des corps qui donnent lieu aux réactions colorées dont on vient de parler présente beaucoup de difficultés et demande beaucoup de temps. Le présent travail marque quelques étapes dans la succession des phénomènes. »

HISTOLOGIE. — *Sur la présence d'un appareil d'accommodation dans les yeux composés de certains Insectes.* Note de M. **Pierre Vigier**, présentée par M. Joannes Chatin.

« Les yeux composés des Insectes sont formés par la juxtaposition d'un nombre variable d'ommatidies. Chaque ommatidie comprend :

» 1° Un *appareil dioptrique,* formé de parties réfringentes qui modifient la direction des rayons incidents;

» 2° Un *appareil récepteur,* qui reçoit les excitations lumineuses et les transmet aux centres percepteurs par l'intermédiaire des voies optiques;

» 3° Un *appareil pigmentaire,* qui absorbe les vibrations inutilisées, intercepte les rayons obliques et isole les unes des autres les ommatidies.

» Cette description est incomplète, du moins en ce qui concerne certains Insectes à vol rapide, tels que les Libellules. Dans les yeux composés

d'*Aeschna*, par exemple, on constate la présence d'un *appareil accommodateur*, dont le fonctionnement permet l'adaptation pour la vision à diverses distances.

» Cet appareil interposé entre les ommatidies et confondu jusqu'ici avec l'appareil pigmentaire qui le dissimule, occupe toute la hauteur des organes oculaires, depuis la lame criblée qui les limite dans la profondeur, jusqu'à la cornée qui en revêt la surface.

» L'appareil d'accommodation comprend :

» 1° Des parties élastiques et extensibles, 2° des parties contractiles.

» Les premières sont représentées par des *trachées* à filament spiral extrêmement grêle. Elles proviennent de ramifications de l'arbre trachéen, dont les branches volumineuses forment un tapis à la face profonde de la lame criblée qui sépare de l'œil proprement dit les éléments nerveux du ganglion rétinien. Par les orifices de cette membrane limitante, des ramuscules trachéens passent dans l'œil avec les fibres nerveuses. Ces trachées intra-oculaires ont été déjà observées chez certains Insectes et Arachnides par quelques histologistes (Leydig, Grenacher, Hesse) au voisinage de l'extrémité proximale des ommatidies. Elles s'élargissent bientôt et deviennent des vaisseaux à paroi mince, qui s'étendent dans toute la hauteur des ommatidies et qui occupent les vides que l'on constate entre celles-ci sur les coupes transversales. Elles parviennent ainsi au niveau des cônes cristalliniens, entre lesquels elles présentent une extrémité légèrement renflée dont le sommet se prolonge au voisinage de la cornée par des diverticules de petit diamètre.

» Les trachées sont enveloppées par des faisceaux de fibrilles, qui descendent longitudinalement jusque dans la région moyenne des ommatidies, et qui d'autre part se terminent par insertion à la face profonde de la cornée.

» Ces fibrilles, qui, au premier aspect, peuvent être prises pour des formations chitinogènes, sont en réalité des éléments contractiles, des *myofibrilles*. Elles apparaissent en effet (sur des yeux dépigmentés, colorés par l'hématoxyline ferrique et examinés à un fort grossissement), comme composées de parties hétérogènes, alternativement claires et sombres, plus longues que larges et comparables aux articles successifs des fibrilles musculaires striées. Des fibrilles chitinogènes ne présenteraient (surtout chez des insectes parfaits, qui par conséquent n'élaborent plus activement de chitine) ni l'étendue, ni la structure régulièrement alternante de celles-ci.

» La striation des fibrilles cesse d'être visible vers leur extrémité périphérique, qui constitue une sorte de tendon homogène. L'insertion de ces tendons sur la cornée se fait par petits groupes fibrillaires, disposés en couronne autour de la base de chaque cône cristallinien. Les fibrilles n'occupent pas tout l'espace intermédiaire entre les extrémités des ommatidies ; elles forment une couche continue sur les faces latérales de celles-ci, au contact immédiat du cône, et l'on peut facilement reconnaître à quelle ommatidie elles appartiennent.

» Notons, en passant, l'intérêt que présente la constatation de trachées et d'éléments musculaires dans une partie des organes oculaires considérée comme purement épithéliale.

» Au point de vue physiologique, l'appareil que nous venons de décrire remplit un double rôle.

» Par leur contraction, les myofibrilles tendent, en diminuant la courbure de la surface de l'œil, à raccourcir l'extrémité distale des ommatidies, *en particulier les cônes cristalliniens*, au niveau desquels elles sont plus complètement différenciées. Les trachées, par leur élasticité et par la pression de l'air qu'elles contiennent, tendent au contraire à faire saillir la surface et à comprimer les faces latérales des ommatidies, d'où résulte un allongement de celles-ci. Le jeu combiné des myofibrilles et des trachées adapte par conséquent l'œil à des distances variables.

» La présence d'un appareil d'accommodation nettement différencié dans les yeux composés des Libellules semble en rapport avec les mœurs de ces animaux. Si quelque insecte a besoin d'un tel appareil, n'est-ce pas en effet celui qui, par le développement de ses ailes et l'agilité de son vol, est particulièrement bien armé pour la poursuite des proies dont il se nourrit?

» La recherche d'un appareil d'accommodation dans les yeux composés des Arthropodes a longtemps préoccupé les histologistes. Il suffit de citer ici les noms de Leydig, Landois, Gegenbaur, qui décrivirent une « musculature propre des bâtonnets optiques » et de rappeler les discussions qui, plus tard, firent considérer cette musculature comme fort douteuse : les auteurs précédents, en raison de l'insuffisance des moyens d'investigation dont ils pouvaient disposer, avaient évidemment attribué à de prétendus éléments musculaires la striation transversale du rhabdome. Leur interprétation fut d'ailleurs à tel point contestée (¹), qu'on n'en retrouve même plus la trace dans les travaux récents, et que toutes les théories proposées pour expliquer le fonctionnement des yeux composés chez les Arthropodes, présentent ces yeux comme dépourvus d'appareils capables d'en modifier l'accommodation. Les faits relatés dans cette Note semblent par conséquent de nature à modifier les notions actuellement admises sur le mécanisme de la vision chez les Insectes. »

(¹) Voir JOANNES CHATIN, *Recherches sur le bâtonnet optique*, 1876.

PHYSIOLOGIE. — *Étude sur la loi d'action de la maltase. Influence de la concentration du maltose.* Note de M. **E.-F. Terroine**, présentée par M. Alfred Giard.

« J'ai entrepris sous la direction de M. Victor Henri l'étude de la loi d'action de la maltase, afin d'analyser comment se produit l'hydrolyse du maltose par ce ferment. La première question qui doit être étudiée est l'influence de la concentration en maltose sur la vitesse d'hydrolyse.

» Les expériences ont été faites à 40°; à des volumes égaux de différentes solutions de maltose (0,5 à 10 pour 100) faites dans une solution à 5 pour 1000 de NaF on ajoutait des quantités égales d'une solution bien filtrée de diastase Taka. La vitesse d'hydrolyse était suivie par les mesures du pouvoir réducteur avec la liqueur de Fehling et pour quelques séries par des mesures au polarimètre faites avec les précautions nécessaires pour éviter les effets de birotation.

» Les nombres suivants indiquent à une constante près les proportions de maltose hydrolysé :

7 mars 1904.

Durées.	Maltose 0,5 pour 100.	Maltose 1 pour 100.	Maltose 5 pour 100.
min.			
120	0,084	0,062	0,081
240	0,183	0,133	0,115
360	0,264	0,182	0,150
480	0,343	0,283	
660	0,482	0,436	0,247
840	0,500	0,600	0,306
1440	0,554	0,654	0,342

11 *mars*.

Durée.	Maltose 5 pour 100.	Maltose 10 pour 100.
min.		
90	0,705	0,036
240	0,107	0,071
375	0,153	0,102
480	0,187	0,127
670	0,222	0,181
840	0,250	0,229
1380	0,352	0,327

» L'examen des résultats de ces expériences ainsi que d'autres séries qui seront publiées à un autre endroit montre que la concentration en maltose exerce une influence différente suivant qu'il s'agit de solutions diluées ou de solutions concentrées. Nous trouvons, par exemple, pour les expériences du 14 mars que la rotation du plan de polarisation a diminué après le même intervalle de temps

de 68^{min}	pour la solution de maltose à	1	pour 100
95	»	»	2	»
114	»	»	5	»
107	»	»	10	»

» L'influence de la concentration du maltose peut donc être résumée par la formule suivante

$$v = k\frac{a}{1 + ma}$$

qui relie la vitesse d'hydrolyse v à la concentration a; k et m sont deux constantes qui dépendent des conditions de l'expérience et du ferment. Cette loi est la même que dans le cas de l'invertine, de l'émulsine, de l'amylase et de la trypsine (¹). »

PHYSIOLOGIE. — *Études sur l'action de la maltase. Constance du ferment.* Note de Mlle **Ch. Philoche**, présentée par M. Alfred Giard.

« On sait que Cr. Hill a montré que la maltase additionnée à du glucose en solution très concentrée produit du maltose (ou de l'isomaltose). J'ai entrepris l'étude de cette action au point de vue cinétique. Mais avant d'aborder la question de la synthèse produite sous l'influence de la maltase, il est nécessaire d'étudier : 1° si le ferment reste bien comparable à lui-même pendant toute la durée de l'action ; 2° comment variera la vitesse d'hydrolyse lorsqu'on fera agir la maltase sur une certaine quantité de maltose additionnée de doses croissantes de glucose.

» Les expériences, entreprises sous la direction de M. Victor Henri, ont été faites à la température de 40°; la maltase employée est celle de la diastase Taka. Pour étudier si le ferment reste bien comparable à lui-même deux méthodes peuvent être employées : 1° on fait agir le ferment sur des solutions contenant des quantités différentes de maltose et de glucose, par

---

(¹) V. Henri, *Lois générales de l'action des diastases.* Paris, 1903.

exemple : maltose 6 pour 100, maltose 4 pour 100 + glucose 2 pour 100, maltose 2 pour 100 + glucose 4 pour 100 et l'on compare les vitesses des hydrolyses suivies à des intervalles déterminés; 2° on fait agir une certaine quantité de ferment sur le maltose, puis on ajoute à différents moments des quantités déterminées de maltose et l'on suit les vitesses d'hydrolyse après ces additions. Nous avons employé jusqu'ici seulement la première méthode.

» Voici quelques-uns des résultats obtenus. Les nombres suivants indiquent les proportions de maltose hydrolysées après différents intervalles de temps.

14 mars 1904.

Durées.	I. Maltose 6 p. 100.	II. Maltose 4 p. 100 + glucose 2 p. 100.	III. Maltose 2 p. 100 + glucose 4 p. 100.
3 heures........	0,052	0,200	0,193
5 »	0,107	0,262	0,240
7 »	0,146	0,327	0,400
9 »	0,207	0,428	0,567
12 »	0,364	0,464	0,680
24 »	0,490	0,515	0,74
31 »	0,546	0,574	0,774
48 »	0,695	0,650	0,80
74 »	0,830	0,770	0,86
99 »	0,940	0,800	0,86

» Comparons la deuxième série avec la première. Nous voyons qu'après 3 heures il y a 20 pour 100 du maltose hydrolysé, donc pour 100^{cm^3} il y a $4 \times 0^g,20 = 0^g,80$ de maltose hydrolysé; la solution contient donc à ce moment $3^g,20$ de maltose et $2^g,8$ de glucose, elle est comparable à la série I au moment où la proportion de maltose hydrolysé est égale à $\frac{2,8}{6} = 0,47$. Nous voyons que, après 24 heures, on a 0,49; donc l'on doit comparer la vitesse d'hydrolyse de I après 24 heures à la vitesse du début de la série II. Nous trouvons comme proportions hydrolysées (rapportées dans les deux cas à 6^g de maltose pour 100^{cm^3}) :

Première série.		*Seconde série.*	
Après $24^h + 7$...........	0,546	Après 7^h................	0,55
» 24 + 24...........	0,695	» 24................	0,68
» 24 + 50...........	0,83	» 48................	0,77
» 24 + 75...........	0,94	» 74................	0,85

» On voit que les premiers nombres de ces deux séries sont presque égaux entre eux, par conséquent la vitesse d'hydrolyse au début de la deuxième série est la même que la vitesse d'hydrolyse de la première série après 24 heures d'action de la maltase.

» Le même résultat s'observe si l'on compare les variations des rotations du plan de polarisation dans les deux séries : pour la série I on trouve que de la 24e à la 48e heure la rotation a diminué de 1°28′ et pour la série II pendant les 24 premières heures il a diminué de 1°36′; de même dans la série I de la 24e à la 74e heure on trouve une diminution de 3°54′ et pour la série II pendant les 48 premières heures une variation de 4°28′.

» *Conclusion.* — Lorsque l'on fait agir la maltase (de la diastase Taka) à 40°, l'activité de ce ferment ne change pas pendant les premières 24 heures; le ferment reste donc bien comparable à lui-même. »

MÉDECINE. — *Sur la durée du traitement de l'hypertension arterielle dans l'artériosclérose par la d'Arsonvalisation.* Note de M. A. **Moutier**, présentée par M. d'Arsonval.

« Dans une Note précédente ([1]) nous avons montré que chez les hypertendus la pression artérielle pouvait être ramenée à la normale par la d'Arsonvalisation; toutes nos observations depuis sont venues confirmer ces résultats. Mais nous voudrions relater ici quelle est la durée du traitement de l'hypertension artérielle en rapport avec l'artériosclérose, celui-ci ayant une durée très variable, suivant les cas.

» La mesure de la pression artérielle en clinique comporte un coefficient d'erreur personnelle; nous dirons donc que, pour nous, la pression artérielle est de 15cm à 16cm de mercure au niveau de la radiale et nous ajouterons que, dans les résultats que nous allons exposer, la mesure de la pression a toujours été faite par nous avec le même appareil et à peu près à la même heure de la journée pour chaque malade.

» Les cas que nous avons observés peuvent être rangés en quatre groupes : dans un premier groupe, la pression normale n'est obtenue qu'après la dix-septième séance d'électrisation; dans un deuxième, elle est obtenue après la treizième; dans un troisième, après la huitième séance, et enfin dans un dernier groupe de malades, la pression a diminué très rapidement et a atteint la normale après la cinquième séance.

» Le Tableau suivant nous montre comment l'abaissement de pression s'effectue dans chacun de ces groupes de malades.

([1]) *Comptes rendus*, 29 juin 1903.

	Abaissement retardé. — Pression artérielle avant la séance.	après la séance.	moyen. — Pression artérielle avant la séance.	après la séance.	rapide. — Pression artérielle avant la séance.	après la séance.	très rapide. — Pression artérielle avant la séance.	après la séance.
1re séance...	23	20	24	18	23	19	26	20
2e » ...	22	20	22	17,5	20	18	22	18
3e » ...	21	19	20	17	19	17,5	19	17
4e » ...	20	18	19	16,5	18	17	17	16
5e » ...	20	17,5	18	17	18	16,5	16	15
6e » ...	19	17,5	18	16	17	16	15	15
7e » ...	19	17	17,5	16	16,5	15,5		
8e » ...	18,5	17	17,5	16	16	15		
9e » ...	18	17	17	16	15	15		
10e » ...	18	17	17	15,5				
11e » ...	17,5	16,5	16	15				
12e » ...	17	16	16	15				
13e » ...	17	16	15,5	15				
14e » ...	16,5	15,5	15	15				
15e » ...	16,5	15						
16e » ...	16	15						
17e » ...	16	15						
18e » ...	15	15						

» La rapidité de l'abaissement de la pression artérielle ne semble être en rapport ni avec la gravité, ni avec l'ancienneté de l'artério-sclérose, ni même avec le degré plus ou moins élevé de l'hypertension, elle semble être seulement en rapport avec l'hygiène et l'alimentation du malade.

» Dans les cas où nous avons observé une diminution très rapide de la pression artérielle, il s'agissait généralement de malades atteints d'artério-sclérose de date ancienne, qui avaient suivi toutes les médications usitées, qui observaient un régime sévère, chez lesquels on avait diminué les recettes et augmenté les dépenses par une alimentation appropriée et par un exercice sagement calculé et chez lesquels on n'avait pas pu par tous ces moyens abaisser la pression artérielle.

» Les malades chez lesquels nous avons observé un abaissement moyen de la pression au point de vue de la rapidité étaient toujours des malades que l'on devait habituer en même temps au régime alimentaire; chez ceux où l'abaissement était tardif et chez lesquels on observait souvent un arrêt dans l'abaissement, il s'agissait de malades que l'on ne pouvait arriver à astreindre à ces mesures d'hygiène générale ou qui encore pendant le cours du traitement faisaient des écarts de régime.

» *En somme,* quand les malades se soumettent à un régime approprié,

on obtient facilement et très rapidement par la d'Arsonvalisation la disparition de l'hypertension artérielle, on amène la pression artérielle à la normale et cela dans tous les cas d'artério-sclérose que nous avons observés, même dans ceux où l'on avait employé auparavant et sans succès tous les autres traitements. »

MÉDECINE. — *Action des métaux à l'état colloïdal et des oxydases artificielles sur l'évolution des maladies infectieuses.* Note de MM. **Albert Robin** et **G. Bardet**, présentée par M. Arm. Gautier.

« Les Communications de M. Trillat et de MM. Lumière et Chevrottier ([1]) ont appelé de nouveau l'attention sur le rôle que jouent les métaux dans les phénomènes d'oxydation et sur l'action thérapeutique qu'ils peuvent exercer, quand ils sont unis à une matière organique. Cette action oxydante doit être rapprochée de celle des solutions de métaux dissous à l'état colloïdal par la méthode de Bredig.

» Nous avons pensé que les métaux colloïdaux et les oxydases artificielles pourraient favoriser les oxydations de l'organisme humain, enrayer ainsi les phénomènes d'infection ou d'intoxication morbides, et nous avons, de notre côté, étudié l'action des produits préparés suivant la méthode que M. Trillat a indiquée lui-même (*loc. cit.*), en comparant cette action à celle des solutions colloïdales de Bredig, des oxydases végétales et de quelques sérums thérapeutiques.

» Après des essais physiologiques sur l'animal, nous avons poursuivi nos recherches en injectant, à un ou deux jours d'intervalle, à des malades atteints de maladies infectieuses, le plus souvent à forme hypertoxique, 5^{cm^3} de solutions métalliques, 2^{cm^3} d'oxydases ou 10^{cm^3} de sérums thérapeutiques, et en observant les résultats obtenus sur la nutrition.

» *a. Solutions métalliques.* — Nous avons employé dans 18 cas les solutions d'*or*, de *palladium*, d'*argent*, de *platine*, dissous à l'état colloïdal, dans l'eau distillée, par le moyen de l'étincelle électrique (Bredig). La quantité de métal dissous correspondait

---

([1]) Trillat, *Influence activante d'une matière albuminoïde sur les oxydations provoquées par le manganèse* (*Comptes rendus*, 30 novembre 1903 et 11 janvier 1904); *Sur le rôle d'oxydases que peuvent jouer les sels manganeux en présence d'un colloïde* (*Comptes rendus*, 1er février 1904). — A. et L. Lumière et Chevrottier, *Action des oxydases artificielles sur la toxine tétanique* (*Comptes rendus*, 7 mars 1904).

au titre de $\frac{6}{100}$ à $\frac{12}{100}$ de milligramme par centimètre cube. Ces 18 malades peuvent être ainsi groupés : 1° *argent,* 1 scarlatine, 1 grippe grave, 1 ictère grave, 1 rhumatisme articulaire; 2° *or,* 1 fièvre typhoïde, 3 tuberculoses pulmonaires, 1 syphilis secondaire; 3° *palladium,* 6 pneumonies, 1 pleurésie, 1 tuberculose pulmonaire; 4° *platine,* 1 pneumonie. Quel que soit le métal employé, les phénomènes restent les mêmes : le chimisme urinaire ou le chimisme respiratoire (celui-ci quand il a été fait) démontrent une augmentation des échanges organiques, caractérisée surtout par la surproduction d'urée, allant parfois jusqu'à la formation d'un culot de nitrate d'urée dans le verre lorsqu'on ajoute l'acide nitrique, l'augmentation de l'acide urique, parfois énorme, et l'apparition d'une quantité croissante d'indoxyle urinaire. Ces phénomènes sont surtout remarquables, par leur intensité et leur constance, dans les états infectieux graves et notamment dans la pneumonie.

» *b. Oxydases.* — Cinq malades (2 pneumonies, 2 tuberculoses pulmonaires, 1 tuberculose avec pneumonie) ont reçu des injections d'oxydases de levure de bière. Les effets furent les mêmes que précédemment, mais avec une intensité plus faible, différence peut-être attribuable à ce que la dose était moindre.

» *c. Oxydases artificielles.* — Sous ce nom, nous entendons les liquides Trillat (*loc. cit.*) qui ont été injectés à raison de 5^{cm^3} à six malades. (*Cuivre,* 1 pneumonie, 1 fièvre typhoïde. *Manganèse,* 2 méningites tuberculeuses, 1 fièvre typhoïde, 1 granulie.) Dans tous ces cas, les phénomènes de métabolisme furent les mêmes que ceux qui ont été indiqués pour l'emploi des solutions métalliques colloïdales, mais singulièrement plus intenses, surtout avec le manganèse.

» En résumé, l'administration de préparations susceptibles d'activer les oxydations, à des malades fiévreux ou intoxiqués par les toxines bactériennes, a eu pour effet d'augmenter de façon intense et visible les échanges et de les amener à l'oxydation parfaite.

» Le phénomène bien connu sous le nom de *crise favorable* ou de *défervescence* des maladies infectieuses, notamment dans la pneumonie, où il est particulièrement net, s'accompagne toujours de la réapparition de l'urée en grande quantité et de la surproduction d'acide urique, indiquant une poussée leucocytaire importante et une reprise du travail hépatique. C'est bien ce qui s'observe avec les oxydases naturelles ou artificielles et avec les métaux colloïdaux. Ces phénomènes s'accompagnent le plus généralement d'une amélioration plus ou moins durable. Chez les pneumoniques, nous avons souvent constaté une défervescence anticipée et définitive, se produisant dès le cinquième ou le sixième jour. Dans les deux cas de méningite tuberculeuse traités par la solution colloïde de manganèse, les phénomènes de métabolisme furent très accentués et les troubles paralytiques disparurent rapidement, semblant annoncer une amélioration notable des phénomènes infectieux; ces deux malades furent guéris des phénomènes méningitiques, sans que nous préjugions rien de la lésion tuberculeuse elle-même.

» Il faut également remarquer que les phénomènes observés se rapprochent de ceux qu'on peut obtenir par l'usage des divers sérums.

» *d. Sérums thérapeutiques.* — Nous avons utilisé le sérum antidiphtérique dans trois cas de pneumonie et le sérum de cheval dans un cas de tuberculose péritonéale avec

pneumonie, 1 fièvre typhoïde simple, 1 fièvre typhoïde avec pneumonie, 1 pneumonie franche, 1 pleuropneumonie. Dans tous ces cas, l'analyse urinaire dénote une augmentation notable des phénomènes d'oxydation avec une poussée leucocytaire, importante surtout chez les pneumoniques, et une surproduction d'indoxyle. Ces deux derniers phénomènes, qui sont très constants, indiquent une désintégration cellulaire en rapport avec une active réaction de défense.

» Tous ces faits semblent devoir faire attribuer une action analogue à toutes les préparations capables de rendre complètes les oxydations organiques, et permettre d'assimiler les oxydases artificielles, de quelque nature qu'elles puissent être, aux sérums thérapeutiques. Ils viennent donc en confirmation de ceux rapportés par MM. Lumière et Chevrottier (*loc. cit.*). »

PHYSIOLOGIE. — *Action de l'acide formique sur le système musculaire.* Note de M. **E. Clément**, présentée par M. E.-H. Amagat.

« De nombreuses observations sur l'homme sain et surtout des expériences réitérées, faites avec l'*Ergographe de Mosso*, nous ont démontré que l'acide formique *augmente la force musculaire* et *accroît la résistance à la fatigue*, dans des proportions considérables.

» Nous donnerons un exemple bien typique de ces expériences, concernant un sujet de 22 ans. Je n'insiste pas sur le dispositif qui est connu. Le travail consistait à soulever avec le médium un poids de 5^{kg} jusqu'à épuisement de sa force, puis, après une minute de repos, on recommençait les tractions en séries. Il y avait donc des périodes de travail de durée variable, séparées par des repos d'une minute. Les élévations étant enregistrées sur un cylindre de Marey, on peut les compter, les mesurer et calculer ainsi le travail effectué. Voici les données expérimentales recueillies dans ce cas.

» *Avant l'acide formique.* — Le sujet fournit 5 périodes de travail, comprenant ensemble 132 élévations, représentant un travail effectué de 21 kilogrammètres. En voici les détails :

	Élévations.	Kilogrammètres.
Première période de travail	56	11,8
Deuxième »	28	3,9
Troisième »	22	2,4
Quatrième »	14	1,3
Cinquième »	12	1,1
	132	20,5

» A la lecture de ces chiffres, comme sur le graphique, on se rend bien compte que ces résultats représentent le maximum d'effort dont le sujet était capable, c'est son état normal.

» *Après l'acide formique.* — Nous le soumettons trois jours de suite à l'usage de l'acide formique et nous reprenons de nouveau son tracé ergographique. *Mêmes conditions générales de l'expérience.* Voici les résultats obtenus :

	Élévations.	Kilogrammètres.
Première période de travail.........	103	27,50
Deuxième »	65	15,26
Troisième »	51	11,72
Quatrième »	49	10,61
Cinquième »	48	10,52
Sixième »	40	8,56
Septième »	36	6,96
Huitième »	30	5,49
Neuvième »	30	5,32
Dixième »	27	4,10
Total.........	479	106,00

» Ces chiffres sont absolument démonstratifs : on voit que, *après* l'emploi de l'acide formique, le sujet a fourni 10 périodes de travail au lieu de 5 et 479 élévations au lieu de 132, représentant un travail total de 106^{kgm} au lieu de 21^{kgm}; c'est-à-dire qu'il a effectué après l'acide formique un travail *cinq fois* plus grand qu'avant son usage.

» Aucune substance connue jusqu'à présent n'a donné un pareil accroissement d'énergie.

» *Sous l'influence de l'acide formique,* les muscles fatigués récupèrent très vite leur énergie. Il suffit d'augmenter d'une demi-minute le repos intercalaire des périodes de travail pour voir le sujet faire un travail supérieur à la période de travail précédente. Si l'on porte à 5 minutes l'intervalle de repos, il récupère la force qu'il avait à la deuxième période de travail.

» L'*action de l'acide formique* s'exerce sur tout le système musculaire, aussi bien sur les *fibres lisses* que sur les *fibres striées.* Nous ne pouvons pas démontrer ce dernier point expérimentalement, mais il résulte de certaines observations que nous avons faites chez l'homme.

» *Réflexions.* — Les doses d'acide formique employées dans les expériences précédentes ne dépassent pas 40 gouttes par jour, neutralisées avec du bicarbonate de soude et prises en deux fois dans un demi-verre d'eau.

» Ce ne sont pas assurément les quelques calories contenues dans les 2^{g} de cet acide hydrocarboné qui rendent compte de cet énorme accroissement de force qui va jusqu'à quintupler l'énergie première. Il semble que son action échappe aux lois de la thermodynamique.

» J'ajouterai en terminant que les phénomènes subjectifs éprouvés par les sujets normaux soumis à l'acide formique sont en parfaite concordance avec ces données expérimentales. L'acide formique augmente la *force* et il accroît l'*endurance* dans des proportions inattendues. »

PHYSIQUE APPLIQUÉE. — *De la fusion de la glace par l'électricité et de l'application de ce principe à la navigation dans les mers glaciales.* Note de M. F. **Romanet du Caillaud**. (Extrait.)

« Au Canada, cet hiver, on a employé le courant de l'électricité pour dégeler rapidement les tuyaux des conduites d'eau.

» A chaque extrémité du tuyau à dégeler un fil électrique était attaché; puis un courant à faible voltage était établi, et, en quelques minutes, la glace devenait liquide.

» C'est à Ottawa que cette expérience a d'abord été faite et souvent renouvelée par l'*Ottawa Electric Company*. A Sudbury (Ontario), elle a également été tentée avec succès, le 24 février dernier, par l'ingénieur Martindale. Ce pouvoir qu'a l'électricité de fondre la glace peut avoir une conséquence très importante pour la navigation des mers glaciales.

» Il est à souhaiter que des expériences soient faites sur cette question en Suède et Norvège, aux États-Unis, au Canada et en Russie. »

M. **Charbonnier** adresse à l'Académie, par l'entremise de M. *Bertin*, un Mémoire « Sur le sillage des navires en marche ».

Ce Mémoire est une suite des travaux du même auteur sur les ondes sonores produites par le mouvement des projectiles.

M. **Alfred Basin** adresse une Note « Sur l'exploration de la haute atmosphère ».

A 4 heures l'Académie se forme en Comité secret.

La séance est levée à 4 heures et demie.

M. B.

ERRATA.

(Séance du 7 mars 1904.)

Note de M. *Étienne Rengade,* Action de l'anhydride carbonique sur les métaux-ammoniums :

Page 630, ligne 28, *au lieu de* avec un petit excès d'ammonium, *lisez* avec un petit excès d'ammoniac.

Page 631, ligne 29, *au lieu de* en présence d'un métal-ammonium, *lisez* en présence d'un métal alcalin.

N° 12.

TABLE DES ARTICLES. (Séance du 21 mars 1904.)

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS
DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

NOMINATIONS.

CORRESPONDANCE.

N° 12.

SUITE DE LA TABLE DES ARTICLES.

PARIS. — IMPRIMERIE GAUTHIER-VILLARS,
Quai des Grands-Augustins, 55.

Le Gérant : GAUTHIER-VILLARS.

1904

PREMIER SEMESTRE.

COMPTES RENDUS

HEBDOMADAIRES

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES

PAR MM. LES SECRÉTAIRES PERPÉTUELS.

TOME CXXXVIII.

N° 13 (28 Mars 1904).

PARIS,

GAUTHIER-VILLARS, IMPRIMEUR-LIBRAIRE

DES COMPTES RENDUS DES SÉANCES DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES,

Quai des Grands-Augustins, 55.

1904

RÈGLEMENT RELATIF AUX COMPTES RENDUS,

ADOPTÉ DANS LES SÉANCES DES 23 JUIN 1862 ET 24 MAI 1875.

Les *Comptes rendus hebdomadaires des séances de l'Académie* se composent des extraits des travaux de ses Membres et de l'analyse des Mémoires ou Notes présentés par des savants étrangers à l'Académie.

Chaque cahier ou numéro des *Comptes rendus* a 48 pages ou 6 feuilles en moyenne.

26 numéros composent un volume.

Il y a deux volumes par année.

ARTICLE 1er. — *Impression des travaux de l'Académie.*

Les extraits des Mémoires présentés par un Membre ou par un Associé étranger de l'Académie comprennent au plus 6 pages par numéro.

Un Membre de l'Académie ne peut donner aux *Comptes rendus* plus de 50 pages par année.

Les communications verbales ne sont mentionnées dans les *Comptes rendus*, qu'autant qu'une rédaction écrite par leur auteur a été remise, séance tenante, aux Secrétaires.

Les Rapports ordinaires sont soumis à la même limite que les Mémoires; mais ils ne sont pas compris dans les 50 pages accordées à chaque Membre.

Les Rapports et Instructions demandés par le Gouvernement sont imprimés en entier.

Les extraits des Mémoires lus ou communiqués par les correspondants de l'Académie comprennent au plus 4 pages par numéro.

Un Correspondant de l'Académie ne peut donner plus de 32 pages par année.

Dans les *Comptes rendus*, on ne reproduit pas les discussions verbales qui s'élèvent dans le sein de l'Académie; cependant, si les Membres qui y ont pris part désirent qu'il en soit fait mention, ils doivent rédiger, séance tenante, des Notes sommaires, dont ils donnent lecture à l'Académie avant de les remettre au Bureau. L'impression de ces Notes ne préjudicie en rien aux droits qu'ont ces Membres de lire, dans les séances suivantes, des Notes ou Mémoires sur l'objet de leur discussion.

Les Programmes des prix proposés par l'Académie sont imprimés dans les *Comptes rendus*, mais les Rapports relatifs aux prix décernés ne le sont qu'autant que l'Académie l'aura décidé.

Les Notices ou Discours prononcés en séance publique ne font pas partie des *Comptes rendus*.

ARTICLE 2. — *Impression des travaux des Savants étrangers à l'Académie.*

Les Mémoires lus ou présentés par des personnes qui ne sont pas Membres ou Correspondants de l'Académie peuvent être l'objet d'une analyse ou d'un résumé qui ne dépasse pas 3 pages.

Les Membres qui présentent ces Mémoires sont tenus de les réduire au nombre de pages requis. Le Membre qui fait la présentation est toujours nommé; mais les Secrétaires ont le droit de réduire cet Extrait autant qu'ils le jugent convenable, comme ils le font pour les articles ordinaires de la correspondance officielle de l'Académie.

ARTICLE 3.

Le *bon à tirer* de chaque Membre doit être remis à l'imprimerie le mercredi au soir, ou, au plus tard, le jeudi à 10 heures du matin; faute d'être remis à temps, le titre seul du Mémoire est inséré dans le *Compte rendu* actuel, et l'extrait est renvoyé au *Compte rendu* suivant, et mis à la fin du cahier.

ARTICLE 4. — *Planches et tirage à part.*

Les *Comptes rendus* n'ont pas de planches.

Le tirage à part des articles est aux frais des auteurs; il n'y a d'exception que pour les Rapports et les Instructions demandés par le Gouvernement.

ARTICLE 5.

Tous les six mois, la Commission administrative fait un Rapport sur la situation des *Comptes rendus* après l'impression de chaque volume.

Les Secrétaires sont chargés de l'exécution du présent Règlement.

Les Savants étrangers à l'Académie qui désirent faire présenter leurs Mémoires par MM. les Secrétaires perpétuels sont priés de les déposer au Secrétariat au plus tard le Samedi qui précède la séance, avant 5h. Autrement la présentation sera remise à la séance suivante

ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 28 MARS 1904,

PRÉSIDENCE DE M. MASCART.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

M. le **Président** annonce à l'Académie que, en raison des fêtes de Pâques, la séance du lundi 4 avril est remise au mardi 5 avril.

M. le **Secrétaire perpétuel** annonce que le Tome XLVII des *Mémoires de l'Académie des Sciences* est en distribution au Secrétariat.

M. le **Ministre de l'Instruction publique et des Beaux-Arts** adresse une ampliation du Décret par lequel le Président de la République approuve l'élection que l'Académie a faite de M. *Alexandre Agassiz* pour remplir la place d'Associé étranger devenue vacante par suite du décès de M. *Gabriel Stokes*.

Il est donné lecture de ce Décret.

CHIMIE MINÉRALE. — *Sur quelques constantes physiques des fluorures de phosphore*. Note de M. **Henri Moissan**.

« La détermination des points de fusion et d'ébullition de ces composés présentait quelques difficultés, en raison de leur facile décomposition par l'eau. Dans des essais préliminaires nous avons cherché tout d'abord à déterminer ces constantes au moyen d'un thermomètre, mais la nécessité d'opérer sur une petite quantité de matière et dans un espace parfaitement clos rendait douteux l'établissement de l'équilibre de température entre le liquide en expérience et le thermomètre. Dès lors, nous avons préféré

exécuter ces déterminations au moyen d'une pince thermo-électrique. Nous avons employé pour ces expériences un couple fer fer-constantan fermé sur un galvanomètre de Kaiser et Schmidt permettant d'apprécier 0,5 millivolt, soit environ 2°.

» Pour graduer la pince, on a pris la température d'un bain d'éther de pétrole refroidi entre 0° et — 185° et placé dans un vase de Dewar pour maintenir sa température constante pendant quelques instants. Nous avons construit ainsi la courbe des variations de la force électromotrice, en portant en abscisses les indications du galvanomètre et en ordonnées celles d'un thermomètre de précision placé dans le bain d'éther de pétrole.

» Nous avons donné aux appareils de condensation et de mesure les dispositions suivantes : un robinet à trois voies met en communication l'appareil producteur de gaz, un tube manométrique et un tube de verre cylindrique qui contient la pince et qui est suivi par un petit condensateur analogue à ceux que nous avons décrits pour la préparation des gaz purs (¹). Enfin une trompe permet de faire le vide dans tout l'appareil.

» Lorsque le condensateur renferme le gaz pur et sec solidifié, on laisse ce dernier distiller dans le cylindre de verre qui contient la pince thermo-électrique où se feront les déterminations des points de fusion et des points d'ébullition. Le mouvement des gaz dans cet appareil se produit comme nous l'avons indiqué précédemment par des distillations obtenues soit avec l'air liquide, soit avec le mélange d'acétone et d'acide carbonique.

» *Trifluorure de phosphore.* — Ce gaz, dont nous avons indiqué la préparation en 1884, a été préparé en chauffant un mélange de fluorure de plomb et de phosphure de cuivre (²) dans un tube de laiton. Pour la dessiccation et la purification de ce gaz trifluorure de phosphore, nous avons employé les appareils à boules décrits par nous dans une Note précédente (³). Le gaz, en sortant du tube de laiton, passait dans un petit barboteur à eau, puis dans deux tubes à boules maintenus à — 80°.

» Après que le trifluorure de phosphore a été solidifié dans le petit condensateur, on a fait le vide dans l'appareil. La trompe a été isolée, puis, en

(¹) H. MOISSAN, *Description d'un nouvel appareil pour la préparation des gaz purs* (*Comptes rendus*, t. CXXXVII, 1903, p. 363).

(²) H. MOISSAN, *Sur le trifluorure de phosphore* (*Comptes rendus*, t. XCIX, 1884, p. 655; t. C, p. 272 et *Ann. de Ch. et de Phys.*, 6ᵉ série, t. VI, p. 433.

(³) H. MOISSAN, *Comptes rendus*, t. CXXXVII, p. 363.

laissant s'échauffer le condensateur et en refroidissant au moyen de l'air liquide le tube qui contenait la pince, on a déterminé la condensation du trifluorure dans ce dernier vase.

» Lorsque tout le gaz se trouve condensé dans cet appareil, on laisse le tube se réchauffer, on ferme le circuit du galvanomètre, puis on lit la marche de l'aiguille pendant les périodes de fusion et d'ébullition.

» La courbe des indications de l'aiguille, en fonction du temps, donne deux portions de droite parallèles à l'axe des temps et correspondant aux points de fusion et d'ébullition. En solidifiant à nouveau le trifluorure de phosphore et en répétant l'expérience, on obtient diverses courbes qui permettent de fixer les constantes de fusion et d'ébullition.

» Nous avons trouvé ainsi que le trifluorure de phosphore fondait à — 160° et entrait en ébullition à — 95° à la pression atmosphérique.

» *Pentafluorure de phosphore.* — Ce composé, dont l'existence a été indiquée par M. Thorpe [1], a été préparé par l'action du fluorure d'arsenic sur le pentachlorure de phosphore. Sa purification, qui, autrefois, était très délicate, a été simplifiée par l'emploi de deux tubes à boules refroidis à —70°.

» Nous avons obtenu ainsi un gaz qui, refroidi, se condense en un solide blanc, floconneux, qui fond à — 83° et fournit un liquide incolore n'attaquant pas le verre. Il entre en ébullition à la température de — 75°.

» *Oxyfluorure de phosphore.* — Ce gaz, que nous avons obtenu tout d'abord [2] par la détonation d'un mélange de trifluorure de phosphore et d'oxygène, peut se préparer aussi par l'action de l'anhydride fluorhydrique sur l'anhydride phosphorique [3]. Mais pour l'obtenir en plus grande quantité nous avons utilisé le procédé décrit par nous [4] en 1891 : action de l'oxychlorure de phosphore sur le fluorure de zinc anhydre. La réaction se fait dans un appareil de laiton et le gaz est purifié, après refroidissement dans un tube de laiton à —25° pour condenser les vapeurs d'oxychlorure entraînées, par son passage dans un tube à fluorure de zinc, enfin

---

(1) T.-E. Thorpe, *On phosphorus pentafluoride* (*Proceedings of the Royal Society of London*, t. XXV, 1877, p. 122).

(2) H. Moissan, *Sur un nouveau corps gazeux, l'oxyfluorure de phosphore* PF^3O (*Comptes rendus*, t. CII, 1886, p. 1245).

(3) H. Moissan, *Action de l'anhydride fluorhydrique sur l'anhydride phosphorique* (*Bull. Soc. chim.*, 3e série, t. V, 1891, p. 458).

(4) H. Moissan, *Nouvelle préparation de l'oxyfluorure de phosphore* (*Bull. Soc. chim.*, 3e série, t. IV, 1890, p. 260).

dans deux tubes à boules refroidis à −30°. Nous avons obtenu dans le condensateur un solide blanc, d'aspect cristallisé, fondant en un liquide incolore à −68°. Ce liquide, qui n'attaque pas le verre, entre en ébullition à la température de −40°.

» En résumé, les points de fusion et d'ébullition des trois fluorures de phosphore, sous pression normale, sont les suivants :

	Points de fusion.	Points d'ébullition.
PF^3	−160°	−95°
PF^5	− 83°	−75°
PF^3O	− 68°	−40°

MINÉRALOGIE. — *Sur la production de roches quartzifères au cours de l'éruption actuelle de la Montagne Pelée.* Note de M. A. Lacroix.

« Le mode de formation des roches éruptives quartzifères constitue l'un des problèmes les plus obscurs de l'histoire des roches.

» Parmi les roches volcaniques, les seules dont on puisse voir la mise en place, on connaît un grand nombre de types dont la pâte contient du quartz, mais je ne crois pas qu'aucun observateur ait jamais assisté à la production de l'un quelconque d'entre eux. Ces préliminaires étaient nécessaires pour souligner la portée des résultats de quelques-unes des observations que j'ai pu faire à la Martinique.

» L'une des caractéristiques de l'éruption actuelle de la Montagne Pelée réside dans la formation rapide, dans une vieille caldeira, d'un énorme dôme de lave, dont j'ai pu suivre minutieusement les divers stades d'évolution. La carapace solide, produite par la solidification superficielle de cet amas de matière fondue, se fissurait continuellement sous la double influence du refroidissement et de la persistance de la poussée interne; la lave visqueuse sous-jacente bourgeonnait alors à l'extérieur, de toutes parts d'abord, de points limités ensuite. D'octobre 1902 à juillet 1903, cet accroissement du dôme s'est fait surtout sous la forme de cette singulière aiguille, dont j'ai décrit antérieurement les vicissitudes; puis celle-ci s'est écroulée définitivement et l'augmentation de masse du dôme s'est effectuée dès lors d'une façon moins localisée, par sa partie supérieure, qui a aujourd'hui une forme conique à peu près régulière.

» Ce dôme est resté inaccessible, mais il m'a été possible d'étudier une grande quantité d'échantillons des matériaux qui le constituent; ils étaient

en effet rejetés à notre portée par les trois modes suivants : 1° par les explosions des éruptions paroxysmales qui, non seulement envoyaient au loin de la cendre et des lapillis, mais encore couvraient les bords du cratère de bombes et de blocs solidifiés de toutes dimensions; 2° par les nuées ardentes qui, crevant la carapace du dôme, entraînaient une masse énorme de roches solides sur les flancs sud-ouest et sud de la montagne; 3° par les écroulements tranquilles du dôme qui se produisaient continuellement et contribuaient au comblement de la haute vallée de la Rivière Blanche.

» Ces matériaux solides présentent toutes les formes que peut prendre une andésite : types vitreux à cassure esquilleuse, ponces légères flottant sur l'eau, types semi-ponceux passant par des gradations insensibles à des andésites poreuses, andésites compactes à cassure irrégulière. Ces variations de texture ne correspondent à aucune variation systématique de composition chimique; les différences de composition de deux fragments d'un même bloc sont de l'ordre de celles que j'ai constatées entre les échantillons provenant du début de l'éruption, de son milieu ou de la période actuelle; je les discuterai, d'ailleurs, ultérieurement.

» Malgré cette diversité d'aspect extérieur, toutes ces roches possèdent un caractère commun; elles sont également riches en phénocristaux, à formes nettes, surtout formés par des plagioclases extrêmement zonés, présentant des alternances répétées (et d'ordre variable) de types contenant de 50 (dominants) à 95 pour 100 d'anorthite. Ils sont associés d'une façon constante à de l'hypersthène, à fort peu de titanomagnétite et moins encore d'ilménite; quelques autres minéraux (olivine, hornblende, augite) ne constituent que des éléments accessoires, manquant souvent.

» Cette constance dans la nature, dans les formes, dans l'abondance des phénocristaux montre que ceux-ci sont de production exclusivement intratellurique; ils n'ont pas continué à s'accroître sensiblement quand le magma est arrivé à la surface, puisqu'ils n'ont pas été influencés par le refroidissement, qui, au contraire, a déterminé les variations de composition minéralogique et de structure de la pâte, dont il me reste à m'occuper.

» Dans les types les plus vitreux, les phénocristaux sont englobés par un verre incolore ou brunâtre en lames minces, presque entièrement dépourvu d'autres produits cristallisés. Le plus souvent, cependant, on y trouve des cristallites filiformes d'hypersthène et quelques grains de titanomagnétite; c'est le cas des types obsidienniques et de la plupart des ponces. Dans les types semi-ponceux ou simplement poreux, les cristallites

ou les microlites d'hypersthène deviennent extrêmement abondants; dans un stade plus avancé de cristallisation, il se produit, en outre, des microlites (plus rarement des sphérolites) feldspathiques (acides en moyenne). Dans les masses de roches apportées par les grandes nuées ardentes du début de l'hiver 1902-1903, ces microlites étaient englobés par du verre ne renfermant généralement que peu de tridymite; mais peu à peu ce minéral est apparu en plus grande quantité, et, dans des échantillons recueillis en janvier 1904, la tridymite est assez abondante pour se montrer distinctement en lumière polarisée parallèle, malgré sa faible biréfringence. Cet accroissement dans la proportion de la tridymite est plus manifeste encore dans le type commun des enclaves homœogènes semi-cristallines de la lave. Dans celles qu'englobe l'andésite riche en tridymite, ce minéral forme des plages continues, de plusieurs millimètres carrés, enveloppant les plagioclases à la façon du quartz du granite.

» Enfin dans des brèches ignées, dont j'ai recueilli des blocs sur les bords du cratère au commencement d'octobre 1902 (projections de l'éruption du 30 août) et dans les lapillis rapportés récemment de la haute vallée de la Rivière Blanche [1], on voit apparaître progressivement du *quartz cristallisé*. Quand celui-ci est peu abondant, il forme au milieu du verre des cristaux à contours réguliers (souvent polysynthétiques) atteignant $0^{mm},05$; plus fréquemment, il constitue des cristaux beaucoup plus petits, à formes rhomboédriques extrêmement nettes, à arêtes vives; ils sont pressés les uns contre les autres; enfin, il se présente aussi parfois en éponges (quartz globulaire) moulant les microlites feldspathiques. Dans beaucoup d'échantillons, il existe à la fois de la tridymite et du quartz; celui-ci paraît dans certains cas s'être formé aux dépens de la tridymite; la roche renferme fréquemment encore du verre, mais elle est souvent holocristalline.

» Tandis que les microlites feldspathiques contiennent des inclusions vitreuses à bulle, le quartz en est dépourvu; mais, par contre, quelle que soit sa forme, il englobe pœcilitiquement tous les éléments cristallitiques de la pâte (hypersthène, magnétite) et il renferme en outre des lamelles corrodées, trop petites pour qu'il soit possible de savoir si elles sont constituées par de la tridymite ou par du verre. La cristallisation du quartz est la dernière qui se soit effectuée dans la roche; elle s'est produite quand

---

(1) Ces échantillons m'ont été obligeamment envoyés par mon ancien collaborateur, M. le capitaine Perney, qui les a recueillis le 29 janvier dernier.

celle-ci était presque complètement et probablement même complètement consolidée, mais certainement encore à assez haute température, puisque les blocs et les lapillis ont été rejetés à l'état incandescent.

» Il résulte donc de ces observations qu'*au cours de l'éruption actuelle, il se produit, dans un dôme formé à la surface du sol, des roches à pâte quartzeuse*, semi-cristalline ou même holocristalline, présentant les divers types de structure connus dans les rhyolites, les microgranulites et enfin dans les dacites holocristallines des laccolites (Monts Henry, Esterel).

» Dans quelle partie du dôme prennent naissance ces cristallisations quartzeuses? Celles de ces roches quartzifères qui sont englobées parmi les blocs de brèches ignées, rejetés par l'éruption du 30 août, se sont produites nécessairement dans une région du dôme, où le magma en voie d'ascension arrivait dans un état de fluidité suffisant pour lui permettre d'englober des fragments de roche déjà consolidée. On ne peut pas admettre d'ailleurs qu'il s'agisse là de débris de roches volcaniques anciennes, arrachés au sous-sol; ils sont en effet frais et ne se distinguent de l'andésite vitreuse qui les enveloppe que par la structure de leur pâte quartzeuse. Quant aux lapillis de la haute vallée de la Rivière Blanche, ils ont été recueillis tout à fait à la surface de celle-ci, ils ne peuvent donc provenir que des écroulements récents du dôme ou des dernières nuées ardentes (peu importantes depuis la fin de septembre 1903); il y a, par suite, de très grandes vraisemblances pour qu'à l'inverse des précédents, ces fragments de roches proviennent d'une partie tout à fait superficielle de la carapace du dôme.

» Quel est maintenant le mécanisme de la cristallisation du quartz? Tandis que la composition globale de l'andésite comporte de 60 à 63 pour 100 de silice, le verre en contient 73 pour 100, d'après des analyses portant exclusivement sur lui. 60 pour 100 de cette silice sont nécessaires pour saturer l'alumine, les alcalis, la chaux, le fer et la magnésie (sous forme de feldspaths et d'hypersthène); près des 40 pour 100 restant ne sont pas combinés. Lorsque la lave se refroidit assez lentement, le verre doit donc donner naissance à ces feldspaths et à cet hypersthène, en laissant un résidu essentiellement constitué par de la silice; c'est à ses dépens que vont se former soit le quartz, soit la tridymite.

» Les résultats de l'étude de l'éruption permettent d'expliquer le mode probable de la cristallisation de ces minéraux. Depuis le paroxysme du 30 août 1902, le dôme ne présente pas d'ouverture permanente. Les petites explosions répétées, la production des nuées ardentes démontrent cepen-

dant qu'une grande quantité de vapeur d'eau continue à se dégager violemment du magma. La carapace solide du dôme et la lave encore visqueuse qu'elle recouvre sont donc soumises à l'action persistante de cette vapeur, acquérant une tension de plus en grande, jusqu'à ce qu'elle soit suffisante pour s'ouvrir un passage (aussitôt obturé) en entraînant la chute d'une portion de cette carapace.

» C'est à l'action de cette vapeur d'eau sous pression qu'il faut attribuer la cristallisation du résidu siliceux de la lave, la production de la tridymite ou celle du quartz devant dépendre de la température à laquelle s'exerce cette action. Nous sommes ainsi ramenés à une variante des expériences bien connues de Senarmont, Daubrée, Friedel et Sarrasin, mais s'effectuant vraisemblablement à une température plus élevée.

» Comme principale conclusion, il est possible, dès à présent, d'affirmer que *nos roches à pâte quartzeuse se sont formées par la combinaison de deux modes distincts :* dans le premier (phénocristaux et une partie des microlites), la fusion purement ignée a joué le rôle principal, tandis que dans le second, l'action minéralisatrice de la vapeur d'eau s'est exercée pour faire cristalliser le résidu vitreux à une température inférieure à celle de sa fusion. Je poursuis une série d'expériences destinées à donner une démonstration expérimentale de cette théorie; voici les résultats obtenus jusqu'à présent concernant le premier mode de cristallisation.

» Un fragment de la lave a été complètement fondu, et transformé ainsi en un verre homogène; celui-ci a été recuit (méthode Fouqué et Michel-Lévy) à une température convenable et a fourni en abondance des cristaux d'hypersthène et de plagioclases basiques, distribués dans un résidu vitreux incristallisable. J'ai d'autre part isolé par les liqueurs denses le verre de la lave et je l'ai recuit en variant beaucoup les conditions de l'expérience. Je n'ai pu faire cristalliser ainsi que quelques microlites d'hypersthène et de feldspaths. Les propriétés connues du quartz rendaient d'ailleurs évident, *a priori*, que ce minéral ne se formerait pas par voie purement sèche à la température nécessaire pour maintenir ce verre à l'état pâteux [1].

» En résumé, les observations faisant l'objet de cette Note montrent que

---

(1) Des essais ont été faits par MM. Fouqué et Michel-Lévy (*Comptes rendus*, t. CXIII, 1891, p. 283) pour obtenir le granit par fusion de son verre en présence de l'eau. Malgré les précautions prises, celle-ci s'est échappée rapidement et les seuls produits cristallisés obtenus ont été des feldspaths acides et de petites lamelles de mica.

la cristallisation du quartz dans un magma éruptif n'exige pas nécessairement une grande profondeur, que *les conditions de pression, paraissant indispensables pour que la vapeur d'eau puisse jouer son rôle de minéralisateur, peuvent être réalisées près de la surface,* comme dans le dôme de la Montagne Pelée, *au milieu d'une masse de roche acide en voie d'épanchement.*

» Il paraît légitime de généraliser toutes ces conclusions et de prévoir l'explication à donner au mode de formation des diverses roches éruptives quartzifères en général et par suite du granit, la plus importante de toutes. »

NOMINATIONS.

L'Académie procède, par la voie du scrutin, à la nomination d'un Correspondant pour la Section de Géométrie, en remplacement de M. *Lipschitz*.

Au premier tour de scrutin, le nombre des votants étant 34,

M. Guichard obtient la majorité absolue des suffrages.

M. **Guichard** est élu Correspondant de l'Académie.

MÉMOIRES PRÉSENTÉS.

M. **Henri Pommay** soumet au jugement de l'Académie un Mémoire ayant pour titre : « Les germes de la vaccine et de la variole. Nature, culture et inoculation » et une Note « Sur le germe de la clavelée ».

(Renvoi à l'examen de M. Chauveau.)

CORRESPONDANCE.

MM. **Ch.-Eug. Bertrand**, **Brögger**, élus Correspondants, adressent des remercîments à l'Académie.

M. le **Secrétaire perpétuel** signale, parmi les pièces imprimées de la Correspondance :

1° Un Volume ayant pour titre : « Résultats des campagnes scientifiques

accomplies sur son yacht par Albert I[er], Prince souverain de Monaco, Fascicule XXV : Spongiaires des Açores, par M. *Émile Topsent* ».

2° Un Ouvrage de MM. *J. Hennequin* et *Robert Lœwy*, intitulé : « Les fractures des os longs, leur traitement pratique ». (Présenté par M. Lannelongue.)

3° Un Ouvrage de M. *J. Jacot Guillarmod*, intitulé : « Six mois dans l'Himalaya ». (Présenté par M. de Lapparent.)

PHYSIQUE. — *Sur la possibilité de montrer, par un phénomène de contraste, l'action objective des rayons* N *sur le sulfure de calcium luminescent.* Note de M. **J. Macé de Lépinay.**

« M. Blondlot a récemment établi (¹) que l'action des rayons N sur le sulfure de calcium luminescent est inversée lorsqu'on examine la surface de ce dernier dans une direction très oblique, presque rasante. Il m'a paru possible de fonder sur ce fait une expérience de contraste mettant en évidence l'action objective des rayons N sur le sulfure de calcium.

» Imaginons que l'on observe simultanément deux surfaces luminescentes contiguës ainsi disposées : l'une d'elles est étroite, $0^{cm},2$ de largeur sur 2^{cm} de longueur; elle est contenue dans un plan vertical, normal à la direction de visée; l'autre, de 2^{cm} de largeur sur 25^{cm} de longueur, est dans un plan horizontal, sa plus grande dimension étant parallèle à la direction de visée. Si l'on choisit convenablement cette dernière, cette seconde surface apparaît, en perspective, sous l'aspect d'une bande étroite ayant à peu près le même diamètre apparent que l'autre. Elle est alors vue très obliquement, dans une direction faisant avec la normale un angle de plus de 89°. Pour permettre de distinguer facilement ces deux bandes, je trace la première, celle contenue dans un plan vertical, obliquement; l'ensemble des deux surfaces dessine alors une sorte de 7, dont la branche oblique est vue sous incidence normale, l'autre dans une direction rasante. Si l'on a soin de rendre la surface horizontale plus luminescente que l'autre, pour compenser l'effet de l'obliquité, les deux branches du 7 apparaissent, à l'état normal, à peu près également brillantes.

» Il suffit, dans ces conditions, de faire agir des rayons N *simultanément* sur les deux surfaces luminescentes (ce que l'on réalise aisément par l'approche d'une source sonore), pour constater que la branche oblique du 7 augmente d'éclat, tandis que l'autre s'assombrit, au point, fréquemment, de disparaître entièrement. Je me suis attaché à faire constater le phéno-

(¹) *Comptes rendus*, t. CXXXVIII, février 1904, p. 547.

mène par un certain nombre d'observateurs, et particulièrement par ceux qui n'avaient pu discerner l'action ordinaire, simple, des rayons N. Quelques-uns seulement sont demeurés insensibles à ce nouveau mode d'observation.

» Il est nécessaire de donner quelques détails relatifs aux circonstances qui m'ont paru être les plus favorables.

» Il est possible et même, semble-t-il, avantageux d'employer une luminescence notablement plus forte que dans les conditions habituelles.

» La surface supérieure doit être à grains très fins. Je fixe le sulfure de calcium au moyen de collodion ou d'une dissolution de caoutchouc sur une surface bien plane de cuivre, rendue légèrement rugueuse, pour faciliter l'adhérence, par un faible dépôt galvanoplastique. On égalise soigneusement, avec le doigt, la couche pulvérulente.

» Il semble nécessaire, par suite de phénomènes singuliers que je me propose d'étudier, d'éviter tout rayonnement de l'une des surfaces vers l'autre. La barre oblique du 7 est, à cet effet, portée par une lame verticale de plomb, servant d'écran.

» Il m'a été généralement possible d'observer, dans les mêmes conditions, l'action des rayons physiologiques de M. Charpentier, en les amenant, par un fil de cuivre, à la lame métallique horizontale. Les effets observés ont été très nets, quoiqu'ils soient moins intenses, puisqu'ils ne peuvent consister qu'en l'affaiblissement de l'une des surfaces, l'intensité de l'autre restant inaltérée. »

PHYSIQUE. — *Sur les applications du diastoloscope à l'étude des déplacements des objets lumineux.* Note de M. C. Chabrié, présentée par M. P. Appell.

« Je vais insister sur l'utilisation des déformations des images que donne le diastoloscope pour mesurer les déplacements des objets lumineux (¹).

» Supposons qu'il s'agisse d'une ligne DD′ lumineuse qui se déplace parallèlement à elle-même en traversant la surface du cercle-objet (*fig.* 1).

» Soit m un point pris sur la droite DD′ parallèle à Oy à une distance $Op = K$.

» Si le cercle-objet a pour centre O et pour rayon $OA = \rho$; si son image est l'anneau compris entre les deux circonférences de centre O et de rayon $OA' = r$ et $OO' = R$, l'image du point m, pris sur la droite DD′ et situé à une distance $Om = a$ du centre,

(¹) Voir C. Chabrié, *Comptes rendus*, t. CXXXVIII, p. 265, 349 et 560.

se fera en M à une distance l du centre, et l'on aura

$$l = R - \frac{a}{\rho}(R - r). \tag{1}$$

Cette construction et cette formule résultent des relations déjà établies (*Comptes rendus*, t. CXXXVIII, p. 266, 267 et 350).

» En considérant les triangles Omp et OMP semblables et en appelant x et y les coordonnées de M, on a les relations

$$\frac{x}{K} = \frac{l}{a} \tag{2}$$ et $$\frac{y}{\sqrt{a^2 - K^2}} = \frac{l}{a}. \tag{3}$$

En éliminant l et a entre ces trois équations on a, après avoir effectué les calculs,

$$\frac{\rho^2 R^2 x^2}{[\rho x + K(R - r)]^2} = x^2 + y^2,$$

qui est l'équation de la courbe qui correspond sur l'anneau-image à la ligne DD′ tracée sur le cercle-objet.

» On voit (*fig.* 2) les courbes A′B′, C′D′, M′N′, P′Q′ qui correspondent aux droites AB, CD, MN, PQ.

» Si l'on fait $K = 0$, la courbe se réduit à $x = 0$ et à $x^2 + y^2 = R^2$, qui représentent l'axe des y et la circonférence de rayon R que nous savons être l'image du centre O du cercle-objet.

» De ces propriétés analytiques nous pouvons conclure que, lorsqu'une raie brillante cheminera depuis l'extrémité L (*fig.* 2) du cercle-objet jusqu'au centre, son image sera représentée par les courbes de plus en plus grandes P′Q′, M′N′, telles que le point M′ se rapprochera de O′ et l'atteindra lorsque la droite arrivera au centre O. Puis, pour un déplacement infiniment petit de la droite continuant à cheminer vers la gauche, la courbe-image passera subitement de la moitié gauche à la moitié droite de l'anneau-image. Il en résultera qu'on aura une *discontinuité brusque et considérable sur l'axe* Ox *dans les situations des deux courbes-images* pour une *variation infiniment petite de la droite* passant d'un côté à l'autre du centre de la figure.

» Il semble que cette propriété trouvera son application dans l'étude des déplacements des raies lumineuses qui servent à mesurer les vitesses des étoiles. Sa vérification expérimentale est facile. On pourra, en examinant les raies brillantes d'un spectre, percevoir le cas où deux raies très voisines pourraient être confondues en une seule. Lorsque l'intervalle très petit de ces deux raies passera par le centre de figure, les deux raies bril-

Fig. 1.

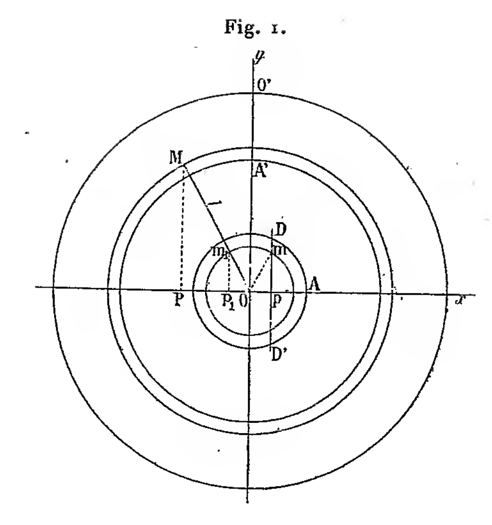


Fig. 2.

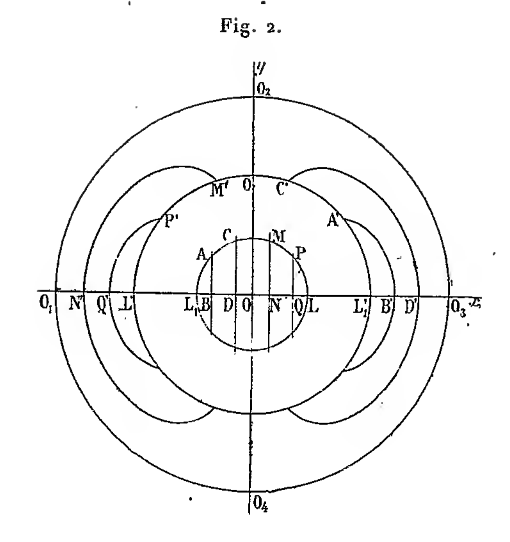


Fig. 3.

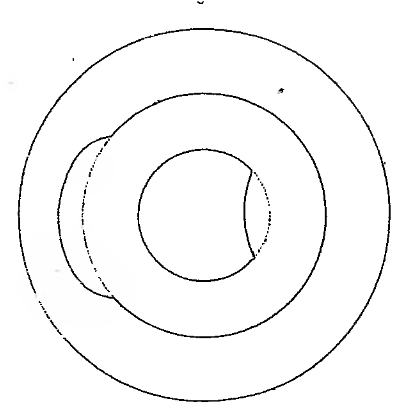


Fig. 4.

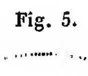
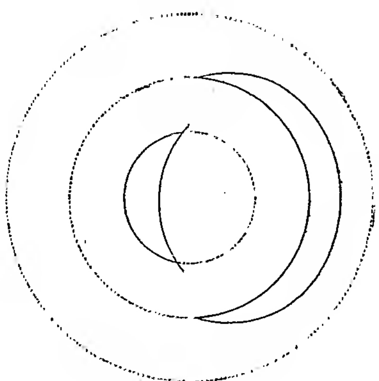


Fig. 5.



lantes feront leurs images, l'une dans la moitié à droite et l'autre dans la moitié à gauche de l'image.

» Si, au lieu d'une droite lumineuse, nous considérons un point lumineux se mouvant de l'extrémité droite à l'extrémité gauche d'un diamètre du cercle-objet, nous voyons (*fig.* 2) que, lorsque l'objet cheminera de L à O, son image, qui sera aussi un point, cheminera de L′ en O_1.

» Lorsque le point arrivera en O, son image deviendra le cercle $O_1 O_2 O_3 O_4$; puis, pour un déplacement infiniment petit du point vers la gauche de O, son image se fera à l'extrémité droite O_3 du diamètre de l'image.

» Cette propriété pourrait être utilisée pour mesurer le passage d'une étoile en un point déterminé de la sphère céleste.

» Enfin, les figures 3, 4 et 5 montrent quelles sont les formes des images des surfaces lumineuses formées par le passage d'un cercle lumineux sur le cercle-objet supposé obscur; et l'on voit que, lorsque le cercle lumineux dépassera le centre du cercle-objet, son image traversera brusquement le diamètre vertical, et fera tout le tour de la plus grande circonférence de l'anneau-image. On pourra donc noter exactement les passages des deux extrémités d'un diamètre d'un astre et mesurer son diamètre apparent. »

PHYSIQUE. — *Sur l'osmose. Réponse à M.* A. Ponsot. Note de M. **A. Guillemin**, présentée par M. J. Violle.

« M. Ponsot dit que j'ai émis sur l'équilibre osmotique des considérations à peu près identiques aux siennes, et s'enchaînant dans le même ordre, d'où j'ai tiré des conclusions semblables à celles qu'il a rappelées dans sa Note du 8 février, et qui se résument ainsi :

» 1° Équilibre de distillation; 2° égalité de tension de vapeur de chaque côté de la paroi.

» Sur ces deux points je ne revendique aucune priorité. M. Ponsot y ajoute des considérations sur le rôle de la paroi et sur la façon dont se fait le passage; il dit que la paroi semi-perméable, tout en étant rigide, a le même rôle qu'un gaz, et il en conclut que l'eau traverse la paroi, non à l'état liquide mais à l'état gazeux.

» Mes idées sont tout autres. Si j'avais à formuler une opinion sur la façon dont se fait le passage de l'eau, je ne parlerais ni de distillation, ni de tension de vapeur, et je dirais :

» L'eau traverse la paroi perméable en formant avec elle un composé *solide*, un hydrate dissociable, ainsi que cela est confirmé par les faits d'imbibition; l'hydrate solide se fait d'un côté, se défait de l'autre, et le passage cesse lorsque la *tension de dissociation* de l'hydrate, égale des deux côtés, est équilibrée par la *tension d'expansibilité* du liquide pur et de la solution [1].

» Il en est de même dans l'osmose des gaz, et la formation du composé *solide* est parfois plus nettement indiquée encore. Ainsi l'hydrogène traverse une cloison perméable de palladium par l'intermédiaire d'un hydrure de palladium solide; celui-ci se forme d'un côté et se détruit de l'autre, jusqu'à ce que sa tension de dissociation soit égale à la pression, partielle ou totale, de l'hydrogène de chaque côté de la paroi; et cette paroi est non palladium métallique, mais hydrure de palladium.

» Je dois dire que, dans ma pensée, on devrait rapprocher une foule de phénomènes de transport, qui résultent d'une différence $f - f'$ entre les tensions d'une même vapeur, à des températures égales ou inégales. Ces transports peuvent avoir lieu à travers des espaces occupés par des cloisons solides, liquides ou gazeuses, et alors *le corps qui passe est de même nature physique que la cloison;* celle-ci peut même être réduite à une épaisseur zéro, c'est-à-dire disparaître, et alors le passage a lieu *sans changement d'état*. Je me propose de faire une publication sur ce sujet. »

PHYSIQUE. — *Les facteurs de l'équilibre; pression capillaire et pesanteur.* Note de M. **A. Ponsot**, présentée par M. Lippmann.

« *Pression capillaire*. — On a formé à l'aide de n composants indépendants un système de deux phases en équilibre à la température T. L'une des deux phases, 1, de très grand volume est soumise à une pression uniforme P_1; elle entoure la phase 2, de très petit volume et à laquelle les tensions superficielles existant au contact des deux phases ont donné une forme sphérique. Les deux phases seront définies par deux variables communes T et R le rayon de la surface sphérique qui les sépare, et chacune d'elles, par les concentrations, masses dans l'unité de volume, de ses n composants indépendants.

» L'expérience apprend que les tensions superficielles créent à la surface de séparation des deux phases un accroissement brusque $\mathfrak{P}$ de la pres-

---

[1] *Cf.* Dastre, *Traité de Physique biologique*.

sion sur la phase enveloppée; c'est la pression capillaire, qui dépend de T, R et des concentrations des n composants dans les deux phases; il en est de même des tensions de vapeur $\mathfrak{F}$ de ces composants.

» Les équations d'équilibre sont :

$$P_1 + \mathfrak{P} = P_2, \qquad \mathfrak{F}^a_1 = \mathfrak{F}^a_2, \qquad \mathfrak{F}^b_1 = \mathfrak{F}^b_2, \qquad \ldots, \qquad \mathfrak{F}^n_1 = \mathfrak{F}^n_2.$$

Soit $n+1$ équations, tandis que les deux phases comportent $2n+2$ variables; la variance $= n+1 = n+3-r$.

» *La pression capillaire augmente de* 1 *la variance.*

» *Pesanteur.* — Soit un système de r phases de n composants en équilibre à la température T et soumis à une pression uniforme. Je suppose que ce système soit placé dans un champ de pesanteur, et alors contenu dans un vase de très large section. Les phases s'y disposent de haut en bas suivant les lois de l'Hydrostatique. Dans chaque phase fluide la concentration de chaque composant est la même dans toute l'étendue d'un plan horizontal; elle change d'un niveau à un autre avec leurs concentrations relatives, ainsi que MM. Gouy et Chaperon l'ont montré dans un cas simple.

» *J'étends ici la définition* donnée par Gibbs à une phase en admettant qu'une phase comprend toute la masse d'un mélange dans lequel les concentrations peuvent varier d'un point à un autre d'une manière continue, dans toute son étendue.

» Ces variations ne se font ici que suivant la direction de la verticale.

» Une phase sera définie si l'on donne, à son sommet, les concentrations ou masses dans l'unité de volume $a_1 b_1 c_1 \ldots n_1$ de ses n composants, T, et g_1 l'accélération de la pesanteur; puis son épaisseur z_1.

» Une deuxième phase sera également définie par $a_2 b_2 c_2 \ldots n_2 \mathrm{T} g_2 z_2$.

» $a_1 b_1 c_1 \ldots n_1 \mathrm{T} g_1 z_1$ déterminent les concentrations dans la phase 1 à toute hauteur, en particulier à sa base, c'est-à-dire $a'_1 b'_1 c'_1 \ldots n'_1$ et, par suite, les valeurs de P, $\mathfrak{F}^a_1$, $\mathfrak{F}^b_1$, $\mathfrak{F}^c_1$, ..., $\mathfrak{F}^n_1$, à cette base.

» La deuxième phase étant mise par son sommet en contact avec la base de la phase 1, on a

$$g_2 = f(g_1 z_1).$$

» Et pour qu'il y ait équilibre entre les deux phases :

$$P_1 = P_2, \qquad \mathfrak{F}^a_1 = \mathfrak{F}^a_2, \qquad \ldots, \qquad \mathfrak{F}^n_1 = \mathfrak{F}^n_2.$$

La variable z_2 n'entre pas dans ces équations de l'équilibre, de telle sorte que, si l'on définit seulement la deuxième phase par les n concentrations de

son sommet T et g_2, il y a entre $2n+4$ variables différentes $n+2$ équations : la variance est donc $n+2$.

» Si donc, on donne T, g_1 et les n concentrations au sommet de la première phase, les autres variables sont déterminées et en particulier z_1, épaisseur de la première phase. L'équilibre entre la deuxième phase et une troisième au-dessous montrerait que z_2 et les concentrations au sommet de la troisième phase seront déterminées par les $n+2$ variables au sommet de la deuxième et, par suite, par les $n+2$ variables indépendantes au sommet de la première phase; d'où :

» *Un système de phases soumis à l'action de la pesanteur est entièrement défini, à tous les niveaux, par les* $n+2$ *variables indépendantes de son sommet. Sa variance est* $n+2$ (¹).

» *Remarque.* — Un ou plusieurs des n composants indépendants nécessaires pour former un système de phases semblent ne pas exister dans la phase supérieure, et l'on pourrait croire que cette phase formée sans eux serait absolument identique à ce qu'elle est. Cela tient à l'imperfection de nos moyens expérimentaux pour les déceler.

» Pour éviter cette difficulté, on énoncera le résultat précédent en le rapportant au sommet de l'une des phases où l'expérience montre, avec certitude, la présence des n composants indépendants.

» La démonstration est plus courte si l'on définit la phase supérieure, à son sommet, par T, g, et les valeurs $\mathcal{F}_a$, $\mathcal{F}_b$, ..., $\mathcal{F}_n$ de ses n composants.

» En effet, la valeur de $\mathcal{F}_a$ croît, lorsqu'on s'éloigne du sommet de cette phase suivant une loi indépendante des composants en présence du corps a; elle dépend seulement de la valeur initiale de $\mathcal{F}_a$, T, g et de la distance z au sommet. Il en est de même pour les autres $\mathcal{F}_b$, $\mathcal{F}_c$, ..., $\mathcal{F}_n$. Les composants indépendants forment donc, dans le système, des phases dont la composition à chaque niveau est déterminée par les valeurs de T, g, $\mathcal{F}_a$, $\mathcal{F}_b$, ..., $\mathcal{F}_n$ du sommet du système (²).

» Il semble que la règle des phases soit incompatible avec ces conclusions : ce n'est pas la réalité. D'abord, la variance a conservé sa signification :

» Les variables indépendantes nécessaires pour définir les phases au

(¹) Exemples d'équilibres : *Recherches sur la congélation des solutions aqueuses étendues*, 1896, p. 71-73.

(²) Voir GIBBS, *Équilibre des systèmes chimiques*. Traduction H. LE CHATELIER, 1899, p. 145 à 155.

contact l'une de l'autre étant bien déterminées, la variance du système de phases en équilibre est le nombre de ces variables auxquelles il faut donner une valeur pour que l'équilibre soit connu; c'est le nombre maximum de ces variables auxquelles on peut donner des variations élémentaires indépendantes, pour passer à d'autres équilibres très voisins.

» Ce sont des propriétés dont la pratique a consacré l'importance.

» On a conclu précédemment que

$$z_1 = f_1(a_1 b_1 c_1 \ldots n_1 T g_1),$$
$$z_2 = f_2(a_1 b_1 c_1 \ldots n_1 T g_1),$$
$$\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots$$

Si l'on pose $z_1 = 0$, $z_2 = 0$, ..., on voit qu'avec chaque phase ajoutée à la première on introduit une relation entre les variables indépendantes de la première phase; de plus g_1 cesse d'être un facteur de l'équilibre; alors, la variance $= n + 1 - (r - 1) = n + 2 - r$.

» Dans ces conditions limites, on retrouve la règle des phases. »

MÉCANIQUE CHIMIQUE. — *Sur les propriétés des courbes figuratives des états indifférents.* Note de M. E. Ariès, présentée par M. Mascart.

« Dans une précédente Note (1), nous avons montré qu'un système chimique, à q constituants indépendants, et composé de deux phases au moins, était capable, quel que fût son degré de variance (système bivariant, trivariant, etc.), de prendre une succession d'états indifférents.

» Cette succession d'états, pour un système donné, peut être représentée graphiquement au moyen d'une courbe rapportée à deux axes : l'axe des pressions et l'axe des températures.

» Toute courbe relative aux états indifférents d'un système à φ phases peut être considérée comme prenant son origine sur une courbe relative aux états indifférents d'un système à $\varphi + 1$ phases, la première de ces courbes se détachant de la seconde en un point où elles sont tangentes l'une à l'autre.

» La courbe relative aux états invariants se réduisant à un ou à plusieurs points isolés, toute courbe relative à un état univariant devra passer, d'après la propriété qui vient d'être énoncée, par ce point, ou par l'un de

(1) Voir *Comptes rendus* du 15 février 1904.

ces points, s'il en existe plusieurs; on sait, en effet, que l'état invariant est caractérisé par un point multiple d'ordre $q+2$.

» L'état indifférent d'un système bivariant peut, lui-même, être considéré comme formant son origine dans un état univariant à $q+1$ phases, par la suppression d'une phase, de même que l'état univariant peut être considéré comme prenant son origine dans un état invariant.

» En général, dans une transformation à tensions fixes d'un système univariant, les masses de toutes les phases varient à la fois; car les q équations :

$$(1) \qquad \lambda_1 m_i^1 + \lambda_2 m_i^2 + \ldots + \lambda_{q+1} m_i^{q+1} = 0 \qquad (i = 1, 2, \ldots, q)$$

donnent, pour les λ, des valeurs généralement différentes de zéro; ces valeurs sont déterminées par les égalités

$$\frac{-\lambda_1}{\delta_1} = \frac{+\lambda_2}{\delta_2} = \ldots = \frac{(-1)^{q+1}\lambda_{q+1}}{\delta_{q+1}},$$

$\delta_1, \delta_2, \ldots, \delta_{q+1}$ étant les déterminants formés des coefficients des λ dans les équations (1), quand on supprime successivement dans chacune d'elles le premier, le deuxième, etc., le $(q+1)^{\text{ième}}$ terme.

» Si l'une de ces valeurs, λ_{q+1} par exemple, vient à s'annuler, ce qui entraîne $\delta_{q+1} = 0$, soit $\delta = 0$ avec la notation employée dans la Note précédente, le système univariant pourra se transformer à tensions fixes, les masses des q premières phases variant, tandis que la masse de la $(q+1)^{\text{ième}}$ phase restera constante. On pourra donc supprimer cette dernière, sans troubler pour cela la transformation des autres; c'est qu'alors la pression et la température du système seront définies par un point commun aux deux courbes représentant les états indifférents et du système univariant et du système bivariant qui en dérive. Ces deux courbes sont, d'ailleurs, tangentes l'une à l'autre en ce point, car les valeurs de $\frac{\partial p}{\partial T}$, données par la formule de Clapeyron [1], sont les mêmes, qu'il s'agisse de l'état univariant ou de l'état bivariant, qui peuvent exister tous les deux.

» L'état indifférent d'un système trivariant peut, de même, être considéré comme prenant son origine dans un état indifférent d'un système bivariant, pour la suppression de l'une de ses q phases.

---

[1] Voir la Note des *Comptes rendus* du 28 décembre 1903.

» Les valeurs λ relatives à ces q phases obéissent aux équations

$$\lambda_1 m_i^1 + \lambda_2 m_i^2 + \ldots + \lambda_q m_i^q = 0 \qquad (i = 1, 2, \ldots, q)$$

qui donnent

$$\frac{-\lambda_1}{\delta_i^1} = \frac{+\lambda_2}{\delta_i^2} = \ldots = \frac{(-1)^q \lambda_q}{\delta_i^q},$$

$\delta_i^1, \delta_i^2, \ldots, \delta_i^q$ représentant les mineurs du déterminant δ quand on y supprime les termes de la deuxième ligne arbitrairement choisie et successivement ceux de la première, de la deuxième, ..., de la $q^{\text{ième}}$ colonne.

» Si λ_q s'annule, la masse de la $q^{\text{ième}}$ phase restera constante dans une transformation à tensions fixes du système bivariant, et alors $\delta_1^q, \delta_2^q, \ldots, \delta_a^q$ seront nuls. Les deux équations

$$(2) \qquad \delta_q^q = 0, \qquad \delta_{q-1}^q = 0$$

seront notamment satisfaites.

» On pourra supprimer la $q^{\text{ième}}$ phase sans troubler la transformation des autres à tensions fixes et l'on réalisera ainsi un système trivariant dans l'état indifférent que caractérisent justement les équations (2).

» La pression et la température auxquelles se passera ce phénomène sont donc celles d'un point commun aux deux courbes d'états indifférents et du système bivariant et du système trivariant. Ces deux courbes sont encore tangentes l'une à l'autre en ce point d'après la formule de Clapeyron.

» On voit ainsi, sans qu'il soit nécessaire d'insister davantage, que, d'une façon générale, les courbes des états indifférents de deux systèmes dont la variance diffère d'une unité sont tangentes l'une à l'autre en tous les points marquant une température et une pression où ils sont tous les deux à l'état indifférent et susceptibles de dériver l'un de l'autre par la seule suppression ou introduction d'une phase déterminée.

» Nous ajouterons, sans le démontrer aujourd'hui, que ces deux courbes, en se touchant, ne se traversent pas. Cela résulte de la loi établie par Gibbs que la région des pressions et des températures, répondant à un système de variance donnée, est limitée par la courbe des états indifférents de ce système. »

CHIMIE PHYSIQUE. — *Sur la coagulation des solutions colloïdales*. Note de M. **Jacques Duclaux**, présentée par M. Duclaux.

« J'ai montré dans une précédente Communication (*Comptes rendus*, t. CXXXVIII, p. 571) que, lorsqu'une solution colloïdale est précipitée par l'addition d'un sel, l'un au moins des radicaux dont était formé ce sel se fixe sur le précipité, en déplaçant une quantité équivalente de l'un des radicaux du colloïde. Ainsi par exemple la potasse K(OH) coagule l'hydrate de fer colloïdal (en réalité oxychlorure) $Fe^2(OH)^m Cl^n$ en s'emparant d'une partie du chlore pour donner KCl, qui reste en solution, et lui substituant (OH) en quantité équivalente. Avec un autre sel, le sulfate de potassium par exemple, une réaction analogue aura lieu : il y aura substitution partielle de SO^4 à Cl, et la composition du précipité pourra être représentée par $Fe^2(OH)^m(SO^4)^p Cl^{n-2p}$. D'une façon générale, ce sera toujours l'acide du sel qui agira pour éliminer une partie du chlore, tandis que le potassium ou tout autre métal combiné à cet acide n'interviendra pas.

» Il y a de grandes différences entre les radicaux électropositifs (acides) au point de vue de la facilité avec laquelle ils remplacent le chlore dans le colloïde. L'oxhydrile est, de tous, le plus actif: les radicaux monovalents tels que (AzO^3) le sont beaucoup moins que (SO^4) et les autres radicaux divalents. Ainsi pour déplacer la même quantité de chlore, s'il faut une demi-molécule de SO^4H^2, il faudra plus de 20^{mol} de AzO^3H. Je dirai que le *pouvoir déplaçant* de SO^4H^2 est au moins 20 fois celui de AzO^3H.

» D'autre part, chacun de ces radicaux acides a, vis-à-vis du colloïde considéré, un *pouvoir précipitant*, c'est-à-dire qu'il en faut une quantité déterminée pour amener la coagulation d'un volume donné du colloïde. On sait que le pouvoir coagulant d'un sel, vis-à-vis d'un colloïde électropositif comme l'hydrate ferrique, dépend uniquement du radical acide, et qu'il est beaucoup plus grand pour les acides à radicaux divalents ou trivalents que pour les acides à radicaux monovalents; il faut, pour en coaguler un certain volume, une beaucoup plus grande quantité d'acide azotique ou chlorhydrique que d'acide sulfurique.

» Mais le *pouvoir déplaçant* de cette faible quantité de SO^4H^2 sera, comme je l'ai dit, de même ordre que celui de la quantité plus grande de AzO^3H. Les modifications qu'ils apporteront à la composition du colloïde seront du même ordre de grandeur, sinon égales : ce que l'on peut exprimer en

disant que *la coagulation est toujours accompagnée d'un changement déterminé dans cette composition, toujours le même, quel que soit l'acide qui agit.*

» Il nous reste à voir lequel des deux phénomènes est la cause de l'autre. Or, la modification chimique commence avant la coagulation (une très petite quantité de potasse se transforme intégralement en chlorure sans amener la précipitation) et continue après (le précipité contient encore du chlore, qu'un excès de potasse lui enlève) : elle n'en est donc pas un résultat. On conçoit aisément, au contraire, qu'elle en soit la cause : il y a un état d'équilibre chimique entre les particules du colloïde et le liquide ambiant (*Comptes rendus*, t. CXXXVIII, p. 144); si nous ajoutons à ce liquide des quantités de différents sels inversement proportionnelles à leur *pouvoir déplaçant*, nous modifions toujours de la même quantité la composition des deux phases en présence, et il est naturel de supposer que la coagulation se produira lorsque le système sera écarté d'une certaine quantité de son état primitif d'équilibre.

» Ce que je viens de dire à propos de l'hydrate ferrique s'applique aux autres colloïdes que j'ai étudiés. Nous sommes ainsi amenés à concevoir, d'une façon générale, la coagulation comme *résultant d'une certaine variation de composition*, variation que nous pouvons amener par l'addition en quantité convenable d'un sel quelconque. On peut se représenter, d'une façon beaucoup plus précise, la nature de cette variation, en rapprochant les faits énoncés plus haut de ceux qui se rapportent au transport électrique des colloïdes dans un courant électrique. C'est ce que je ferai voir dans une prochaine Communication. »

CHIMIE ANALYTIQUE. — *Séparation du chrome et du vanadium.* Note de M. **Paul Nicolardot**, présentée par M. Georges Lemoine.

« La séparation du chrome et du vanadium est très difficile quand ces éléments se trouvent ensemble en quantités notables et en proportions presque égales. Elle est presque impossible à l'aide du sulfhydrate d'ammoniaque et très laborieuse par l'emploi de l'ammoniaque, comme l'a montré M. Carnot (1). La méthode proposée par M. L'Hôte (2) n'est pas d'une application très facile. Le procédé beaucoup plus élégant de MM. Matignon

(1) *Comptes rendus*, t. CIV, 1887, p. 1850.
(2) *Comptes rendus*, t. CIV, 1887, p. 990.

et Bourion [1], dans lequel l'action du soufre est substituée à celle du carbone, exige encore un dispositif assez compliqué.

» *Séparation à l'état d'acide chlorochromique.* — Il m'a paru que la séparation du chrome et du vanadium était très simple en déplaçant le chrome à l'état d'acide chlorochromique. Il suffit de traiter, dans un ballon bien sec, par de l'acide sulfurique contenant en dissolution un peu d'anhydride, un mélange de chlorures, de chromates et de vanadates alcalins anhydres.

» La réaction dégage au début une quantité de chaleur suffisante pour qu'il soit inutile de chauffer. On facilite d'ailleurs le dégagement du chlorure de chromyle en faisant le vide au moyen d'une trompe, puis en chauffant vers la fin avec une lampe à alcool. Les dernières vapeurs sont balayées par un courant d'air sec. A cause de l'énergie de l'attaque, un peu de vanadium est entraîné mécaniquement; pour le retenir, il suffit de placer à la suite du ballon un petit laveur contenant quelques gouttes d'acide sulfurique concentré.

» L'acide sulfurique employé doit contenir une petite quantité d'anhydride, pour éviter que le chlorure de chromyle ne soit décomposé en partie par l'eau qui prend naissance dans la réaction.

» *Mode opératoire.* — Le composé renfermant du chrome et du vanadium est fondu avec un mélange de chlorate et de carbonate ($4ClO^3K, 1.CO^3Na^2$) ou avec du chlorate seul en grand excès. Les petites quantités de fer et de manganèse sont séparées, s'il y a lieu, par les procédés ordinaires. Les sels alcalins sont concentrés, desséchés puis fondus. Le creuset est lavé complètement en y fondant du chlorate jusqu'à absence de coloration. S'il n'y a pas de fer, on peut fondre le mélange directement dans le petit ballon qui servira à l'attaque.

» A la suite du ballon, on place un petit laveur renfermant quelques gouttes d'acide sulfurique concentré, puis un flacon renfermant une solution de soude étendue où barboteront les gaz dégagés pendant la réaction; le tout est relié à une trompe.

» L'appareil est balayé par un courant d'air sec; puis on introduit par un tube à entonnoir quelques gouttes d'acide sulfurique concentré renfermant un peu d'anhydride. La réaction commence aussitôt; dès qu'elle paraît se calmer, on met en marche la trompe, on introduit encore quelques gouttes d'acide sulfurique et on laisse l'air ou HCl sec rentrer bulle à bulle; puis on chauffe doucement le ballon et enfin le laveur, jusqu'à ce qu'il ne se dégage plus de vapeurs rouges. En quelques minutes tout est terminé.

» Il ne faut pas chauffer trop fort, une température de 60° est suffisante. On vérifie que tout le chrome a été entraîné en traitant au bain-marie le contenu du ballon et du laveur par SO^3Na^2, puis par Am en excès. Le précipité de Cr^2O^3, s'il est abondant,

---

(1) *Comptes rendus*, t. CXXXVIII, 1904, p. 631.

retient encore du vanadium; il est traité de même. Le vanadinm peut être séparé du premier coup, si l'opération est bien faite. Pour le doser, on ajoute un peu d'alcool à la liqueur; on maintient au bain-marie jusqu'à ce que tout l'alcool ait été chassé et l'on titre au permanganate. (La présence du molybdène ne gênerait pas pour ce dosage volumétrique.)

» *Séparation à l'aide de l'oxyde ferrique condensé.* — Si le composé qui contient le vanadium et le chrome renferme une grande quantité de fer (ferrochromovanadium, fers, aciers, etc.), on peut séparer le chrome et le vanadium plus simplement encore.

» Le composé est attaqué par l'acide chlorhydrique, la dissolution oxydée par de l'acide nitrique ou mieux par de l'acide chlorique, puis évaporée au bain-marie en présence d'un excès d'acide chlorhydrique. J'ai montré (1) que, dans ces conditions, la plus grande partie de l'acide est chassée (les $\frac{2}{3}$ environ) et qu'il se forme un précipité d'oxyde ferrique condensé retenant les métalloïdes : les métaux restent en solution.

» Le chrome, à cause de sa très grande facilité d'oxydation (le sesquioxyde de chrome amené par un procédé quelconque à contenir moins de 2 molécules d'eau se transforme à chaud en partie à l'état d'acide chromique), peut former de l'acide chromique et passer, à l'état de traces, avec le précipité d'oxyde de fer condensé. On peut éliminer même ces traces de chrome (2) en ne dépassant pas la température du bain-marie et en arrosant le dépôt ferrugineux, avant le traitement par l'eau chaude, avec quelques gouttes d'alcool étendu. Après ébullition de la solution, tenant en suspension le précipité détaché de la capsule, on ajoute du sulfate d'ammoniaque. Tout le chrome passe en solution; le vanadium reste intégralement dans le précipité ferrique, d'où on le sépare par un lavage à l'ammoniaque d'abord, puis par des fusions avec les sels alcalins pour en enlever les dernières traces. Le vanadium est dosé volumétriquement.

» Ces deux méthodes permettraient de séparer le chrome d'autres métalloïdes et d'autres métaux. »

---

(1) *Comptes rendus*, t. CXXXIII, 1901, p. 686.

(2) Quand le vanadium ne se trouve qu'avec des traces de chrome, on l'en débarrasse complètement par l'ammoniaque à chaud.

CHIMIE ORGANIQUE. — *Préparation des éthers-oxydes au moyen des composés magnésiens et des éthers méthyliques halogénés* XCH^2OR. Note de M. l'abbé **J. Hamonet**, présentée par M. Georges Lemoine.

« En 1891, M. Paul Henry ([1]) a fait un très heureux emploi de l'action des éthers méthyliques halogénés XCH^2OR sur les composés organo-zinciques pour montrer qu'on peut, au moyen de substitutions successives, remonter de l'alcool méthylique à tous ses homologues supérieurs :

$$(CH^3)^2Zn + 2XCH^2OR = ZnX^2 + 2CH^3CH^2OR.$$

» Il y avait tout lieu de penser que cette réaction s'appliquerait également bien aux composés magnésiens découverts par M. Grignard :

$$RMgX + XCH^2OR = MgX^2 + RCH^2OR.$$

» En fait, l'expérience justifie pleinement les prévisions et donne des résultats satisfaisants. Aussi, à cause de la facile préparation des composés magnésiens, cette réaction, qui n'était guère que théorique avec les composés zinciques, peut devenir, dans plus d'un cas, un moyen très avantageux d'obtenir des éthers-oxydes et, par ces éthers, des iodures, des alcools et d'autres dérivés homologues. En outre, cette réaction peut convenir également aux composés magnésiens *complexes*, qu'on ne pourrait pas toujours, sans les décomposer au moins partiellement, chauffer avec du trioxyméthylène en vue d'introduire dans la molécule, d'après la méthode de MM. V. Grignard et L. Tissier ([2]), un nouvel atome de carbone et la fonction alcool primaire. C'est principalement pour cette dernière raison que je signale à l'attention des chimistes l'action des éthers méthyliques halogénés sur les composés organo-magnésiens.

» Les éthers méthyliques halogénés $ROCH^2X$ se préparent avec la plus grande facilité par la méthode de M. Louis Henry : action d'un hydracide halogéné HX sur le mélange équimoléculaire d'alcool et d'aldéhyde formique en solution à 40 pour 100. Pour obtenir les éthers bromés ou iodés, je préfère cependant traiter l'éther chloré par l'acide bromhydrique ou par

---

([1]) *Comptes rendus*, t. CXIII, p. 368.
([2]) *Comptes rendus*, t. CXXXIV, p. 107.

l'acide iodhydrique gazeux

$$ROCH^2Cl + HBr = HCl + ROCH^2Br.$$

» Quand la substitution du brome ou de l'iode au chlore est assez avancée, ce que l'on reconnaît au poids gagné par l'éther mis en expérience, une ou deux distillations suffisent pour séparer le produit bromé ou iodé de la partie non transformée.

» L'action des éthers méthyliques *bromés* ou *iodés* sur les dérivés magnésiens m'a toujours donné des résultats plus satisfaisants que celle des éthers méthyliques *chlorés*; mais comme les éthers méthyliques iodés $RO\,CH^2I$ sont assez peu stables, il me semble qu'on devra donner la préférence aux éthers bromés $RO\,CH^2Br$, quand le composé magnésien halogéné sera un peu coûteux à préparer.

» J'ai étudié l'action de l'éther diméthylique bromé $CH^3O\,CH^2Br$ et celle de l'éther amyloxyméthylique bromé $C^5H^{11}O\,CH^2Br$ (liquide bouillant à 74°-76° sous la pression de 18^{mm}) sur les dérivés magnésiens du bromure d'éthyle, du bromure de phényle, du chlorure de benzyle et du bromure de quelques éthers-oxydes.

» Dans un ballon muni d'un réfrigérant ascendant, on fait tomber goutte à goutte, sur 1^{mol} de composé magnésien préparé à la manière ordinaire, 1^{mol} de l'éther méthylique bromé étendu de son volume d'éther anhydre, en ayant soin d'agiter le mélange et même de le refroidir, si l'action devient trop vive. Pour assurer l'achèvement de la réaction on peut ensuite chauffer le tout au bain-marie pendant 1 ou 2 heures. Il se forme deux couches. Quand la couche inférieure n'augmente plus, on traite par l'eau glacée, on décante et, après avoir chassé l'éther-oxyde, on lave avec une solution de bisulfite de sodium l'éther obtenu, ou mieux, on l'entraîne par un courant de vapeur d'eau, afin de le séparer de la majeure partie des produits plus condensés, qui ont une forte odeur de trioxyméthylène. Les rendements peuvent atteindre 60 à 65 pour 100 de la quantité théorique avec les composés acycliques, mais ils sont beaucoup moins bons avec les composés cycliques.

» Par cette méthode nouvelle j'ai préparé : l'éther *amyloxypropylique* $C^5H^{11}O\,C^3H^7$ bouillant à 130°; l'éther *benzyloxyméthylique* $C^6H^5CH^2O\,CH^3$ bouillant à 170°; l'éther *phényléthyloxyméthylique* $C^6H^5CH^2CH^2O\,CH^3$, liquide non encore obtenu, bouillant à 189°-190°.

» Ces expériences n'étaient que les préliminaires de préparations d'éthers plus complexes $RO(CH^2)^nOR$ obtenus de la même manière et qui feront l'objet d'une prochaine Communication. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur les bases phospho-azotées du type* $(RAzH)^3P = AzR$. Note de M. P. Lemoult.

« J'ai fait connaître, dans une Note antérieure (*Comptes rendus*, t. CXXXVII, p. 1666), l'existence d'une nouvelle base phosphorée dérivée de l'aniline, la trianilidophénylphosphimide $(C^6H^5AzH)^3P = AzC^6H^5$. Je me suis proposé d'étendre ce résultat à quelques amines homologues de l'aniline, en particulier l'*o*.-toluidine et l'as.-*m*.-xylidine :

$$(AzH^2\,1,\ CH^3\,2,\ CH^3\,4;\ \text{point d'ébullition, } 215^\circ).$$

» On aborde la préparation des nouveaux composés par celle des chlorhydrates qui résultent de l'action longtemps prolongée du PCl^5 sur les amines; la réaction, très vive au début, doit être modérée par un diluant (éther ou benzène anhydres) que l'on élimine ensuite quand elle est calmée; on chauffe alors graduellement de manière à atteindre la température d'ébullition de l'amine que l'on maintient facilement pendant 24 à 48 heures si l'on a eu soin d'employer un très grand excès d'amine. Trois des atomes de Cl du PCl^5 sont facilement remplacés par AzHR, le 4[e] beaucoup plus difficilement et le 5[e] ne peut pas être enlevé par ce procédé. Du produit obtenu coulé dans l'eau bouillante acidulée, on extrait une masse cristalline blanche formée en majeure partie d'un dérivé arylamidé de l'acide orthophosphorique $O = P(AzHR)^3$ très soluble dans l'alcool et pour le reste du chlorhydrate de la base étudiée; celui-ci étant extrêmement peu soluble dans l'alcool, la séparation est très facile.

» Les nouvelles bases présentent, dans leurs sels, beaucoup d'analogies avec la base anilidée, mais elles en diffèrent en ce que leurs sulfates sont solubles dans l'alcool alors que les sulfates acide ou neutre de la base-type y sont d'une insolubilité caractéristique. Quant aux bases elles-mêmes, elles sont beaucoup moins stables que la base anilidée; quand on essaie de les préparer en décomposant leurs sels, on ne trouve que leurs produits de destruction, entre autres l'amine génératrice ou bien des substances plus complexes, bien cristallisées, à point de fusion très bas (au voisinage de 100°) et dont les propriétés seront décrites dans une Communication ultérieure.

» 1° Produits dérivés d'*o*.-toluidine. — *a. Chlorhydrate :*

$$Cl - P(AzH - C^6H^4 - CH^3_0)^4.$$

Le rendement de l'opération décrite ci-dessus est toujours assez faible : 85g de PCl^5 et 680g *o*.-toluidine donnent 75g à 80g de ce sel, soit 40 pour 100 de la théorie. Cristallisé dans l'alcool, ce corps forme des flocons très légers, mais on peut l'obtenir en belles aiguilles de 2mm à 3mm de longueur en évaporant par ébullition une solution alcoolique concentrée à chaud; ces cristaux, actifs sur la lumière polarisée comme d'ailleurs ceux des autres sels correspondants, fondent à 254° en se décomposant. C'est le corps signalé par Gilpin (*Am. chem. Journ.*, t. XIX, p. 352) à côté de ceux qui dérivent des autres toluidines sans que cet auteur ait paru soupçonner leur nature. Très facilement décomposé par la soude alcoolique ou l'éthylate de sodium, il perd intégralement son chlore et cède au solvant de l'*o*.-toluidine.

» *b. Azotate :* $AzO^3 - P(AzHC^6H^4 - CH^3_0)^4$. — Obtenu par double décomposition entre le précédent et l'AzO^3Ag alcoolique ajouté en quantité théorique, il est beaucoup plus soluble que lui dans l'alcool et sa préparation exige une concentration au cours de laquelle apparaît toujours une certaine quantité d'amine libre. Forme de très belles aiguilles blanches soyeuses fondant à 250°, déflagrant à haute température.

» *c. Chloroplatinate :* $[PCl(AzHC^7H^7)^4]^2, PtCl^4$. — S'obtient assez difficilement en petits cristaux jaune rose terne quand on mélange une solution alcoolique saturée à l'ébullition du chlorhydrate avec un léger excès de $PtCl^4$, le dépôt est toujours peu abondant et il faut chauffer à plusieurs reprises sans faire bouillir l'alcool (ce qui amènerait la destruction du composé), pour récolter le tiers environ du sel double attendu : on peut obtenir de nouvelles précipitations par de légères additions d'eau, mais le produit ainsi obtenu est moins pur. Ce sel double ne fond pas, mais noircit et commence à se décomposer vers 235°-240°.

» 2° Produits dérivés de l'as.-*m*.-xylidine. — *a. Chlorhydrate :*

$$Cl - P\left[AzH_1C^6H^3(CH^3)^2_{\frac{2}{4}}\right]^4.$$

Ce corps, qui n'avait pas encore été préparé, s'obtient avec un rendement peu satisfaisant de 25 pour 100 (50g de PCl^5 ont donné 35g de ce sel) sous forme de petits cristaux dont on augmente les dimensions par de nouvelles cristallisations dans l'alcool, assez laborieuses en raison de sa solubilité extrêmement faible. Fond à 264° en se décomposant; décomposé par les alcalis alcooliques en donnant de la xylidine.

» *b. Azotate :* $AzO^3 - P(AzHC^8H^9)^4$. — Obtenu par double décomposition, fond à 246°-248° en se décomposant et cristallise en magnifiques aiguilles soyeuses.

» *c. Chloroplatinate :* $PtCl^4, 2[PCl(AzHC^8H^9)^4]$. — S'obtient plus difficilement encore que le précédent et par les mêmes artifices, sous forme d'un précipité rose pâle, sablonneux, cristallin, assez lourd, qui se décompose à 260°.

» Les sels de ces deux séries peuvent donc être considérés comme dérivant chacun d'une base monacide analogue à la base anilidée du type

général

$$(\mathrm{R\,Az\,H})^3\mathrm{P} = \mathrm{Az\,R} \qquad (\mathrm{R} = \mathrm{C^6H^5} \quad \text{ou} \quad \mathrm{C^7H^7} \quad \text{ou} \quad \mathrm{C^8H^9}),$$

se salifiant à la façon de l'ammoniac par simple fixation des éléments d'une molécule d'acide monobasique. Il semble que l'activité basique et la stabilité de la base elle-même diminuent quand on s'élève dans la série. »

CHIMIE. — *Application du gaz acétylène au chauffage des étuves à germination au moyen d'un régulateur automatique de température.* Note de M. **H. Joffrin**, présentée par M. Schlœsing fils.

« L'appareil que nous avons l'honneur de présenter a été construit dans le but d'utiliser, en l'absence du gaz d'éclairage ordinaire, le gaz acétylène pour le chauffage des étuves à germination. Les thermorégulateurs habituellement en usage agissent en réduisant plus ou moins une flamme et, de ce fait, ne s'adaptent pas à la combustion de l'acétylène. Les becs à acétylène doivent brûler, en effet, avec un débit constant; sans quoi ils charbonnent et sont rapidement inutilisables. Le principe du *tout ou rien* leur convient seul et c'est celui que nous avons voulu appliquer.

» Au lieu de maintenir la température rigoureusement constante dans l'étuve, nous la soumettons à des variations alternatives entre deux limites fixes, en assurant l'extinction de l'appareil de chauffage à la température maxima et son allumage à la température minima. Cette variation, qu'on peut d'ailleurs rendre très faible, ne nuit en rien à la germination des graines; elle la facilite au contraire dans la plupart des cas.

» AAA est un tube de verre rempli d'alcool et soudé à une branche BB′ qui contient du mercure. Ce tube et la règle métallique FF sont solidaires et forment un système pouvant osciller autour du couteau C à la manière d'un fléau de balance. Un réservoir à mercure R est suspendu à une potence P et communique, au moyen d'un caoutchouc très flexible T, avec le tube EOS, par où passe le gaz pour se rendre aux becs chauffant l'étuve.

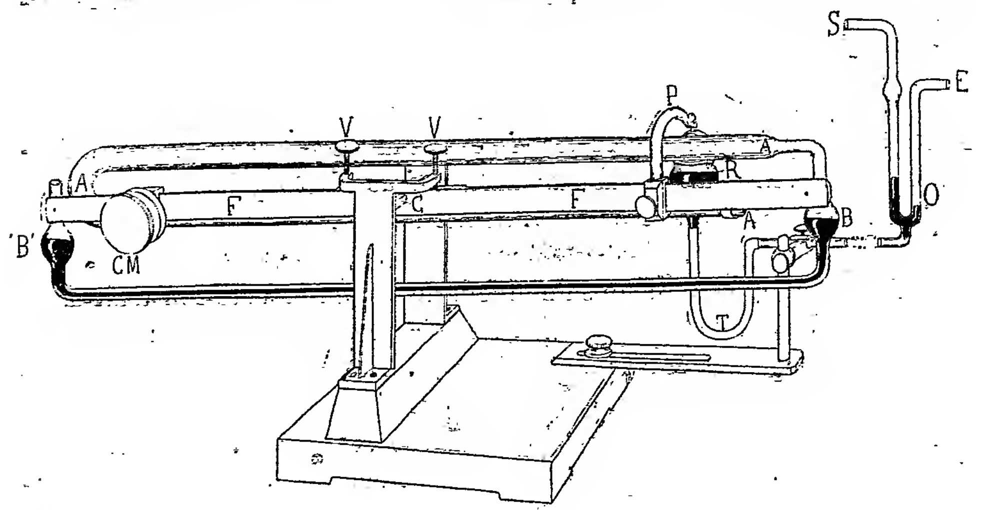
» Ces becs étant allumés, l'étuve s'échauffe et avec elle la balance qui y est enfermée. Le mercure est poussé de B vers B′. Quand une certaine température t est atteinte, le fléau oscille, B s'élève, R s'élève en même temps et le tube EOS, recevant du mercure de R, s'obture; le passage du gaz est intercepté, les becs s'éteignent et une simple veilleuse demeure allumée dans leur voisinage. t est la température maxima.

» L'étuve se refroidit; quand une certaine température t' est atteinte, un jeu inverse

du précédent se produit; les becs se rallument et ainsi de suite. t' est la température minima.

» La balance n'entre en fonctionnement qu'aux températures extrêmes. Les vis VV limitent l'amplitude de ses oscillations.

Appareil dans la position de fermeture de l'obturateur (période de refroidissement de l'étuve).



» Un contrepoids CM et la potence P sont mobiles le long de FF. On dispose de leurs situations sur FF pour régler les températures extrêmes t et t'. Dans un appareil dont le réservoir à alcool contient 30^{cm^3} environ, l'écart de ces températures peut passer de 2° à 10°. Dans la pratique, pour régler l'appareil, nous déterminons par tâtonnement la position de la potence P pour obtenir entre les températures extrêmes (quelles que soient ces températures) l'écart adopté. La position de P étant alors définitivement fixée, nous établissons celle de CM de façon à amener le déclenchement de fermeture à la température maxima choisie t.

» Grâce à cette souplesse de réglage, on peut maintenir dans l'étuve une température variant dans de faibles limites autour de la température moyenne optima. Dans une étuve Schribaux dont les dimensions intérieures sont : hauteur 90^{cm}, largeur 60^{cm}, profondeur 40^{cm}, avec un débit de 25^{l} de gaz à l'heure, nous obtenons des oscillations entre 24° et 26°,5 à la partie inférieure de l'étuve, de 24° à 26° à la partie moyenne et à la partie supérieure. La durée d'échauffement a varié de 32 à 35 minutes; celle de refroidissement de 25 à 35 minutes. Avec un débit de 50^{l}, pour les mêmes limites, la période d'échauffement n'était que de 10 minutes.

» L'influence de la température ambiante ne se fait pas sentir sur le nombre total des allumages. Si cette température est basse, la durée de la période d'échauffement est plus longue, mais celle de la période de refroidissement est plus courte, et inversement.

» Il est certains cas où, comme nous l'avons dit, la germination des graines est facilitée par les variations de la température. Notre appareil permet de réaliser ces conditions sans recourir aux dispositifs compliqués et onéreux employés jusqu'ici. Il suffit d'augmenter d'une part la durée de la période d'échauffement en utilisant des becs à faible débit, d'autre part la différence entre les températures extrêmes. On peut ainsi faire écouler un intervalle de 3 heures entre deux allumages successifs, en portant les graines de 20° à 28°.

» Nous terminerons en faisant remarquer que, bien que construit spécialement pour l'acétylène, cet appareil peut s'employer aussi avantageusement avec le gaz d'éclairage. »

CHIMIE BIOLOGIQUE. — *Nouvelles observations sur la formation diastasique de l'amylocellulose.* Note de MM. **A. Fernbach** et **J. Wolff**, présentée par M. Roux.

« Dans une Note antérieure, publiée en commun avec M. Maquenne (*Comptes rendus*, t. CXXXVIII, p. 49), nous avons fait ressortir les analogies que présente le phénomène de la coagulation diastasique de l'amidon avec celui de la rétrogradation de ce corps. Au cours d'études que nous poursuivons sur la formation diastasique de l'amylocellulose, nous avons réussi à réaliser la production de ce corps dans des conditions qui ne sont spontanées qu'*en apparence*, mais qui, en réalité, sont la conséquence d'une action diastasique antérieure. Voici une expérience qui met ce fait en évidence.

» Prenons neuf ballons renfermant chacun 25$^{cm^3}$ d'un empois de fécule à 2 pour 100, chauffé pendant 15 à 20 minutes à 120° : A, A′, A″; B, B′, B″; C, C′, C″. Six de ces ballons sont additionnés respectivement : A′, B′, C′, de 0$^{cm^3}$,5 d'extrait de malt à 10 pour 100, préalablement bouilli; A″, B″, C″, de 0$^{cm^3}$,5 du même extrait non bouilli; A, B et C ne reçoivent aucune addition.

« Tous ces ballons sont abandonnés à eux-mêmes pendant 15 minutes à la température du laboratoire. Dans ces conditions on n'observe le trouble qui indique le commencement de la coagulation qu'au bout de 45 minutes à 1 heure. Au bout de 15 minutes, on saccharifie à fond le contenu des ballons A, A′, A″, en les additionnant de 10$^{cm^3}$

de l'extrait de malt et les maintenant à 70°. Au même moment, d'une part on porte les ballons B, B', B'' à l'ébullition et l'on maintient cette ébullition pendant 10 minutes; de l'autre, on chauffe les ballons C, C', C'' à 120° pendant 15 minutes.

» Si l'on examine, au moyen de la réaction colorimétrique que nous avons antérieurement indiquée, les ballons A, A', A'', saccharifiés à fond, on n'y trouve que des traces d'amylocellulose.

» Les autres ballons sont examinés après avoir été abandonnés à eux-mêmes pendant 24 heures. B'' et C'' présentent une apparence laiteuse très prononcée, tandis que B, B', C, C' ne manifestent aucun changement. On les saccharifie à fond comme ceux de la série A, et l'on ne trouve pour B, B', C, C', que des traces d'amylocellulose encore plus faibles que pour la série A, tandis que dans les ballons B'' et C'' il y en a des quantités considérables. B'' en renferme environ deux fois plus que C''. Un ballon identique à C'', examiné 24 heures plus tard, renferme autant d'amylocellulose que B''.

» Ces expériences démontrent donc que, lorsqu'on a laissé commencer l'action diastasique, la formation d'amylocellulose se poursuit, alors même que la diastase a été soumise à une température bien supérieure à celle à laquelle elle est détruite dans l'extrait de malt. Dans d'autres expériences nous avons déterminé quantitativement l'amylocellulose formée.

» I. Une première expérience a été faite avec de l'amidon à 2 pour 100, exactement comme celle dont nous venons de parler. Chaque ballon renfermait $0^{g},45$ d'amidon dans 25^{cm^3}.

	Proportion centésimale de l'amidon transformé en amylocellulose au bout de 24 heures.	
	Ballons chauffés à 100°.	Ballons chauffés à 120°.
Témoin avec extrait de malt bouilli.......	traces	traces
Ballon avec extrait de malt *non* bouilli....	10,4 pour 100	4,44 pour 100

» II. Cette expérience a porté sur de l'amidon à 4,5 pour 100, chauffé pendant 2 heures à 130°. Chaque ballon renfermait $1^{g},125$ d'amidon dans 25^{cm^3}. Trois ballons semblables ont été additionnés chacun de $0^{cm^3},5$ d'extrait de malt à 10 pour 100. Le ballon A a été saccharifié à fond dès qu'un trouble a commencé à se manifester, c'est-à-dire au bout de 30 minutes. A ce moment le ballon B a été porté à l'ébullition. Le ballon C a été abandonné à lui-même. Ces deux derniers ballons ont été saccharifiés et étudiés à fond au bout de 18 heures.

	Proportion centésimale de l'amidon transformé en amylocellulose.
A..	0,6 pour 100
B..	9,9 »
C..	9,9 »

» III. 25^{cm^3} d'amidon à 4,6 pour 100, chauffé pendant 1 heure à 130°, ont été additionnés de $0^{cm^3},5$ d'extrait de malt. On a employé trois ballons : A a été saccharifié et

examiné immédiatement; pour les deux autres, le trouble a commencé à se manifester au bout de 15 minutes; à ce moment on a saccharifié B à fond, et C a été bouilli, puis refroidi, et examiné au bout de 30 minutes.

	Proportion centésimale de l'amidon transformé en amylocellulose.
A.	traces
B.	0,82 pour 100
C.	5,82 »

» De ces deux dernières expériences la première montre que l'ébullition ne diminue en rien la proportion d'amylocellulose qui peut se former; la deuxième donne une idée de la rapidité avec laquelle le phénomène peut se produire.

» Nous nous sommes d'ailleurs assurés que, ainsi qu'on peut déjà le voir par les résultats de l'expérience II, le fait de porter à l'ébullition un ballon renfermant de l'amylocellulose ne modifie en rien ni la proportion de ce corps, ni sa résistance à la saccharification par l'amylase du malt.

» Nous avons ainsi réussi à réaliser un phénomène qui, à la rapidité près, se rapproche singulièrement de la formation spontanée de l'amylocellulose, et il est permis de se demander si cette production spontanée ne procéderait pas d'un mécanisme analogue. Les faits que nous avons rapportés nous offrent en outre l'exemple remarquable, le premier à notre connaissance, d'une action diastasique qui n'a besoin que d'être *amorcée* pour se continuer ensuite d'elle-même, avec une vitesse et une intensité qui sont en relation étroite avec la quantité de diastase qui a servi à amorcer le phénomène. »

ZOOLOGIE. — *La céphalisation chez les Annélides et la question du métamérisme.* Note de M. A. Malaquin, présentée par M. Alfred Giard.

« La valeur morphologique de la tête des Annélides est l'objet d'interprétations et de discussions dont l'importance réside dans ce fait qu'elles touchent à l'essence même du métamérisme; or, non seulement les Annélides, mais aussi les Arthropodes et tous les Vertébrés sont des animaux métamérisés.

» L'Annélide étant formée d'une série linéaire de *segments, zoonites* ou *métamères*, le problème posé est de déterminer si les parties constitutives du corps ont même valeur morphologique et, dans ce cas, le ver segmenté serait formé d'une colonie de zoonites provenant de la multiplication d'un

individu initial; ou bien, au contraire, si la segmentation du corps est due à des causes purement mécaniques ou physiologiques (mouvements ondulatoires, par exemple) qui ont amené la fragmentation du soma seulement, compris entre la tête et le pygidium. Dans le premier cas, la métamérie a pour origine le grand phénomène de la reproduction par réciprocité et aboutit à la *conception polyzoïque* des animaux métamérisés (Perrier, Hatschek, Viguier, etc.); dans le second cas, la tête, le pygidium et le soma intercalé entre eux avec ses multiples segments sont les trois parties diversement développées et modifiées d'un seul et même individu, et la métamérie est d'origine *monozoïque* (E. Meyer, Delage, Racovitza, etc.).

» L'un des arguments les plus décisifs en faveur de cette dernière opinion, en ce qui regarde les Annélides, est la non-homologie de la tête et d'un segment somatique, et cet argument s'appuie principalement sur la complexité des centres nerveux céphaliques, l'absence dans la tête d'organes génitaux, de néphridies, *de parapodes et de soies*. Il est incontestable que de grandes différences existent entre le lobe céphalique et le segment somatique, mais elles apparaissent comme des modifications et altérations exceptionnelles dues à une situation exceptionnelle s'il est démontré que la tête a porté des appendices morphologiquement identiques à ceux d'un segment somatique.

» Les Tomoptérides, Annélides pélagiques répandues sur tous les points du globe, fournissent l'argument décisif de l'homologie des appendices céphaliques et somatiques. L'on a cru autrefois que les grands appendices sétigères, si caractéristiques des Tomoptères adultes, dépendaient de la tête; E. Meyer a montré qu'il n'en était rien, et l'unique exemple d'appendices sétigères céphaliques disparaissait ainsi. Reprenant ensuite l'étude de la morphologie des Tomoptérides, j'ai montré l'existence (chez *T. Kefersteinii* Greeff) d'appendices sétigères réellement céphaliques, mais rudimentaires et transitoires [1].

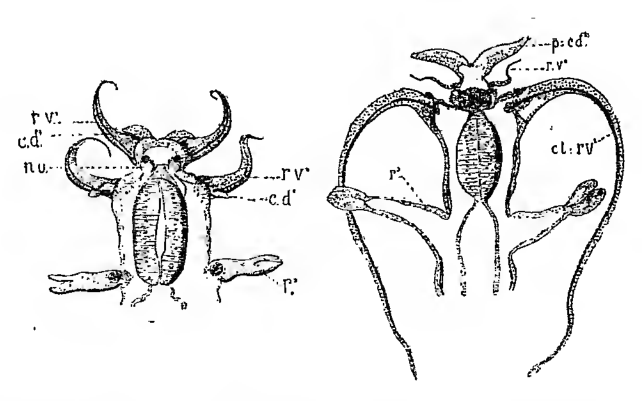
» La constitution de la région antérieure de *T. Rolasi* Greeff [2] apporte à cette opinion une preuve plus démonstrative et plus évidente.

---

[1] Voir *Arch. de Zoologie expérimentale*, 1898; depuis, Apstein (1900) a donné une figure démonstrative de ce fait chez *T. helgolandica* jeune. Une observation ancienne de Claparède et Carpenter (1860) l'indiquait également avec une grande netteté.

[2] Ces Tomoptères proviennent d'Amboine et font partie d'une collection d'Annélides dont M. Bedot m'a confié l'étude.

» *Segment céphalique.* — La tête est nettement délimitée chez *T. Rolasi* jeune; elle est arrondie en avant et porte quatre appendices. Deux sont en forme de rames très développées, à base élargie s'effilant graduellement; leur insertion est latéro-ventrale. *Chacun de ces appendices est soutenu par une soie aciculaire* qui le parcourt depuis la base où se trouve le bulbe sétigère jusqu'à l'extrémité effilée où la soie est à nu. La situation de ces appendices et leur structure en font des *rames sétigères ventrales;* caractéristiques et identiques à celles du segment suivant; leur grand développement permet de conclure que ces appendices locomoteurs ont dû jouer un rôle important dans les fonctions locomotrices et défensives de ces Annélides.



La première figure représente la région antérieure de *T. Rolasi* jeune; la seconde se rapporte à *T. Kefersteinii :* rv^1, rame sétigère céphalique; cd^1, appendices ayant la valeur de cirres dorsaux et se transformant en l'appendice bifurqué de la tête du Tomoptère adulte; *nu*, organe des sens nucal; rv^2 et cd^2, appendices du deuxième segment; r^3, appendice du troisième segment.

» Plus dorsalement, mais aussi plus en arrière au point de vue morphologique, les deux autres appendices s'insèrent de telle manière que leurs bords internes ne sont séparés que par une faible distance; leur situation, leur structure et leurs rapports permettent de les homologuer aux appendices correspondants du segment suivant, qui sont des cirres dorsaux. Deux ailerons ciliés, les deux organes des sens nucaux, limitent la tête en arrière et la présence de ces organes ne peut laisser aucun doute, s'il pouvait y en avoir, sur la nature céphalique des appendices qui les précèdent. Enfin la bouche s'ouvre ventralement, entre les deux rames sétigères.

» *Deuxième segment.* — Le segment suivant, qui porte les appendices si considérablement développés de l'adulte, présente, chez notre *T. Rolasi,* ces deux rames au même degré de développement que la tête. Il existe en outre un cirre dorsal, destiné à disparaître dans l'extension ultérieure des grandes rames (*cirres tentaculaires* des auteurs). A ce moment les deux premiers segments sont donc à des stades complètement superposables tant par la composition de leurs appendices que par le degré de leur développement.

» *Conclusions.* — 1. Le segment céphalique des Annélides possédait anciennement une fonction locomotrice, comme les segments somatiques;

cette fonction a disparu pour laisser place aux fonctions plus spécialement sensorielles.

» 2. Le segment céphalique peut porter de véritables rames sétigères, ce qui démontre l'identité morphologique des appendices céphaliques et des appendices parapodiaux.

» 3. La céphalisation s'effectue chez les Annélides par la transformation d'un métamère, et d'un seul, qui porte à l'origine l'orifice buccal et conséquemment la portion initiale du tube digestif. »

ZOOLOGIE. — *Sur la morphologie du* Trypanoplasma *des Vairons*. Note de M. **Louis Léger**, présentée par M. Alfred Giard.

« On trouve assez fréquemment dans le sang des Vairons (*Phoxinus lævis* Agass.) du Dauphiné, des Flagellés à membrane ondulante que l'on prendrait de prime abord pour des Trypanosomes, mais qu'après un examen plus attentif on reconnaît appartenir au genre *Trypanoplasma* Laveran et Mesnil, à cause de la présence d'un fouet à chaque extrémité du corps, lequel est recourbé en arc et bordé à sa partie convexe d'une membrane ondulante.

» On sait que deux espèces de *Trypanoplasma* sont actuellement connues : *Trypanoplasma Borreli* Laveran et Mesnil du Rotengle, qui a servi de type pour la description du genre ([1]), et *Tryplanoplasma cyprini* Plehn ([2]) de la Carpe ; ce dernier, à la vérité, bien insuffisamment décrit par Marianne Plehn, mais se distinguant néanmoins du premier par l'inégalité marquée dans la longueur et la grosseur des fouets.

» Par sa forme, sa taille (20^{μ} à 22^{μ}) et la longueur à peu près égale de ses fouets (13^{μ} à 15^{μ}), le *Trypanoplasma* du Vairon me paraît jusqu'ici devoir appartenir à l'espèce *Trypanoplasma Borreli*.

» Certains Vairons, en période aiguë d'infection, renferment des Trypanoplasmes en quantité innombrable, et, dans ce cas, les parasites se rencontrent aussi bien dans le sang que dans la lymphe. Des infections aussi intenses amènent chez le poisson une anémie profonde : décoloré et enflé, il se tient immobile, refuse toute nourriture et finit par mourir. Une

([1]) Laveran et Mesnil, *Comptes rendus*, 29 octobre 1901, et *Arch. für Protist.*, 1.B., 1902.

([2]) Marianne Plehn, *Trypanoplasma cyprini* (*Arch. für Protist.*, 3.B., 1903).

maladie semblable a été observée chez les Carpes par Plehn et B. Hofer, sous l'action du *Trypanoplasma cyprini*, et par Doflein chez des Tanches trypanosomées.

» Les nombreux individus que j'ai observés dans de telles infections m'ont permis d'étudier la structure de ce parasite d'une façon plus complète qu'on ne l'avait fait jusqu'ici. La forme du parasite est variée : tantôt les individus sont étroits, très mobiles et sans granulations; tantôt ils sont plus larges, granuleux et peu agiles, tantôt ils sont presque massifs, ne se déplacent que peu ou point et ne présentent que des sortes de mouvements amœboïdes brusques, toujours accompagnés de vives ondulations de la membrane. Dans les cas d'infection aiguë, les individus qui dominent sont les formes étroites et agiles, tandis que dans les cas chroniques à parasites rares on rencontre surtout les formes larges ou massives.

» Un *Trypanoplasma* (*fig.* 1) présente à considérer : le *corps* plus ou moins incurvé, les *fouets* et la *membrane ondulante*.

» Pour la commodité de la description, j'appellerai *côté ventral* le côté concave de l'animal et *côté dorsal* le côté convexe bordé par la membrane ondulante.

» Le *corps* est légèrement comprimé latéralement, surtout vers l'extrémité antérieure obtuse ou arrondie que termine, sur le bord ventral, une sorte de rostre court et métabolique (*r*). Postérieurement, il s'effile en pointe et montre à son extrémité, du côté ventral, un tout petit mucron (*s*). Contrairement à Laveran et Mesnil, je considère l'extrémité obtuse comme antérieure parce que c'est toujours elle qui se porte en avant dans les mouvements de déplacement; son homologie avec celle de formes affines n'est d'ailleurs pas douteuse et justifie encore cette interprétation.

» Sur le vivant, la zone ventrale du corps paraît plus réfringente et plus résistante que la zone dorsale qui se continue avec la membrane ondulante. Noyau et blépharoplaste ne sont que peu ou point visibles, mais dans les formes larges ou massives, on voit fréquemment des grains de pigment, surtout dans la partie postérieure du corps, ou bien des sphérules plus ou moins nombreuses. On remarque en outre, immédiatement au-dessous du rostre, un petit espace clair qui est peut-être une vraie vacuole qu'il ne faut pas confondre avec certaines vacuoles régulièrement circulaires qui se montrent parfois chez des individus souffrants ou agonisants.

» En avant, un peu au-dessus du rostre, tantôt pointu, tantôt élargi, jaillit le *fouet antérieur* (*fa*). Ce fouet ne paraît que peu ou point actif dans la locomotion. Dans les mouvements de déplacement rapide, il se rejette en arrière en ondulant. Dans les autres cas, il s'étend tantôt en avant, tantôt sur les côtés, et semble fonctionner comme un organe du tact. Tout à côté de lui, naît le fouet bordant de la membrane ondulante qui mérite le nom de *fouet postérieur*, puisqu'après avoir longé la membrane sur toute sa longueur il se continue ensuite seul pour constituer le fouet postérieur proprement dit (*fp*).

» La *membrane ondulante* (*mo*), plus ou moins développée, est constituée par l'amincissement ectoplasmique progressif du corps, du côté dorsal. C'est un appareil locomoteur puissant, tandis que la queue libre du fouet postérieur fonctionne peut-être comme un gouvernail. La membrane ondulante n'accompagne pas le corps jusqu'à son extrémité postérieure; elle cesse à une faible distance de celle-ci et le fouet se continue seul à l'arrière du corps. »

ZOOLOGIE. — *La faune souterraine du Puits de Padirac (Lot).* Note de M. **Armand Viré**, présentée par M. Edmond Perrier.

« La faune des cavernes avait été jusqu'à ces dernières années assez négligée dans notre pays. A part les Coléoptères, très bien étudiés dans les Pyrénées, on ne connaissait presque rien.

» Aussi était-ce une opinion bien arrêtée qu'il ne pouvait exister dans les cavités du sol qu'une faune aussi pauvre en espèces qu'en individus.

» Depuis déjà dix ans, nous avons entrepris un peu partout des recherches méthodiques pour voir si cette prétendue pauvreté des grottes n'était pas plus apparente que réelle; aussi nous sommes-nous astreint à passer de longs jours, parfois des semaines entières, à explorer la même grotte (Baume-les-Messieurs, Dargilan, Sorrèze, Betharram, Catacombes de Paris, Adelsberg, Saint-Canziour, Rudolphgrotte, etc.). Plus de deux cents cavités ont été ainsi explorées très sérieusement.

» Un tel procédé a cet avantage de nous faire pénétrer plus intimement le fond des choses et nous a permis de nous convaincre qu'au fond des cavernes, comme à la surface du sol, la vie pullule sans cesse.

» Un exemple nous est fourni par le Puits de Padirac (Lot).

» Dans les années 1898 et 1899, nous avons effectué dans ce beau gouffre une série d'aménagements destinés à le rendre accessible aux touristes. Depuis cette époque, soit par nous-même, soit par nos aides, des récoltes et des pêches y sont faites à peu près toutes les semaines. Or, l'étude méthodique des récoltes nous a fait constater la présence d'environ 45 espèces animales bien déterminées, sans compter une dizaine encore à l'étude. Une seule caverne bien étudiée a donc pu à elle seule révéler la présence de plus de 50 espèces différentes.

» Le nombre des individus d'une même espèce est parfois très considérable. C'est ainsi que les *Niphargus* nous ont donné plus de 10000 individus et que la *Bythinella Padiraci* a fourni déjà plus de 50000 exemplaires, sans que le nombre de ceux qui vivent encore dans la rivière souterraine paraisse avoir sensiblement diminué.

---

(1) Plusieurs des *avens*, ou puits naturels que nous avons visités, dépassent 100m et même 200m de *profondeur verticale* (aven de Corgne, 125m; Igue de l'Aussure, 200m; aven Armand, 212m, etc.).

» Voici la liste des espèces rencontrées.

CRUSTACÉS.

Copépodes.

Cyclops viridis Jur.
» *fimbriatus.*
Plusieurs espèces encore à déterminer.

Amphipodes.

Niphargus Plateaui, var. *robustus* Chevreux.
Niphargus Plateaui, var. *elongatus* Chevreux.

Isopodes.

Stenasellus Virei Dollfus.
Asellus aquaticus.
» *cavaticus* Schrödte.
Trichoniscus roseus.
» *cavernicola* Bdd L.
Porcellis dilatatus.
» *scaber.*

Arachnides.

Necticus cellulanus Clerck.
Meta Menardi.
Ischiropsalis luteipes Simon.

Chernétides

A déterminer.

Acariens.

A déterminer.

Myriapodes.

Polydesmus inconstans Westro.
Polymicrodon Latzeli gallicum Verhoeff.

Thysanoures.

Campodea staphylinus Westro.
» *cookei* Packard.
Pseudosinella cavernarum Moniez.
Tomocerus tridentiferus, var. *minor* Tullb.
Heteromurus nitidus.
» *margaritarius* Wankel.

Coléoptères.

Quedius mesomelinus Marth.
Trichophya pilicornis.
Pterostichus cristatus.
Abax ater.
Cryptophagus scutellatus.
» *distinguendus.*
Aleochara mœsta.
Atheta sulcifrons.

Diptères.

Pterichosia splendens Wz.
Chironomide (larve).
Limosina ciliata Rond.
Heteromyza atricornis.
Plusieurs espèces à déterminer.

Mollusques.

Hyalinia cellaria Muller.
Helix rotundata.
» *hispida.*
Bythinella Padiraci Locard.

Vers.

Eiseniella tetraedra Sav.
» *rosæ* Sav.
Helodrilus constrictus.
Planaria cavatica.
Dina quadristriata.
Espèces à déterminer.

Mammifères.

Rhinolophus ferrum equinum.
Vespertilio murinus.

» Ajoutons que la flore, étudiée par M. Maheu, pour être moins riche que la faune, n'en est pas moins intéressante.

» La vie de la plupart des plantes est sous la dépendance immédiate de la fonction chlorophyllienne, qui ne peut s'exercer qu'à la lumière. Ce sont donc à peu près uniquement des champignons qui ont pu être récoltés.

» Nous citerons :

» *Coprinus micaceus, Polyporus zonatus, P. versicolor, Licea vermicosa, Peziza elatium, Mycena aciculo, Stereum hirsutum,* var. *Luteum, Crepidotus mollis,* agaric indéterminable.

» Enfin, nos eaux souterraines, bien que remarquablement pures (220 microbes seulement par centimètre cube), renferment huit espèces de bactéries : *Bacillus luteus, B. megatherium, B. gyratus albus, B. aquatilis, Micrococcus aurantiacus, M. cremoïdes,* colonies grises, bacilles prenant le gram, colonie blanche en clou, *Micrococcus.* »

BOTANIQUE. — *Le champignon endophyte des Orchidées.* Note de M. **Noël Bernard**, présentée par M. Gaston Bonnier.

« Dans une Note précédente (¹) j'ai indiqué que j'avais réussi à isoler en culture pure le champignon endophyte d'une Orchidée. Cet hyphomycète provenait de plantules hybrides de *Cattleya* (*Cattleya Mossiæ* × *Lælia purpurata*) cultivées dans les serres de M. Magne à Boulogne-sur-Seine. J'ai montré que des graines, provenant de la fécondation croisée des mêmes plantes, ne germent pas quand elles sont semées aseptiquement ou avec des microorganismes quelconques; tandis qu'au contraire, si l'on contamine un semis aseptique avec l'hyphomycète en question, les graines germent en donnant des plantules semblables à celles qu'on obtient en serre et infestées comme elles. Il n'est donc pas douteux que cet hyphomycète soit bien l'endophyte normal de cette plante.

» L'endophyte ainsi identifié se développe assez lentement sur la plupart des milieux de culture usuels. Les cultures les plus caractéristiques ont été obtenues sur une décoction de salep gélosée : le mycélium rampe à la surface de ce milieu nutritif, sans donner de filaments aériens; puis il s'étend sur les parois du tube de culture, où il forme des chapelets ramifiés de spores incolores, ovoïdes-tronquées, s'isolant imparfaitement, réunies en petits groupes étalés, pulvérulents et blanchâtres. D'après ces caractères, je rapporte cette espèce au groupe des Mucédinées Oosporées; une diagnose précise sera donnée ailleurs et complétera cette indication provisoire.

(¹) *Comptes rendus,* 21 septembre 1903.

» Partant de ces faits, j'ai cherché à cultiver les endophytes d'Orchidées diverses. Pour cela, j'ai simplement recueilli sur place, dans des tubes flambés, les racines d'Orchidées dont des fragments infestés ont été placés ensuite dans des tubes stériles sur du salep gélosé. A partir des racines d'un *Cypripedium insigne*, cultivé dans les serres du Jardin botanique à Caen, j'ai obtenu ainsi, en même temps que d'autres microorganismes, un hyphomycète morphologiquement identique à celui que j'avais isolé des plantules de *Cattleya*. L'épreuve de la germination des graines a montré que ce champignon était bien l'endophyte normal.

» A défaut de graines du *Cypripedium insigne* lui-même, j'ai utilisé des graines hybrides (*C. Spicerianum* × *C. insigne Sanderæ*) que M. Magne m'a obligeamment procurées. En semis aseptiques, sur des plaques de coton hydrophile imbibées d'une décoction faible de salep, ces graines n'ont pas montré, après trois mois de culture, d'autre changement apparent qu'un gonflement à peine sensible. Dans les tubes où les graines restent ainsi inertes, le semis du champignon isolé des racines provoque une germination parfaitement régulière qui commence vers le dixième jour. Les premiers stades de la germination rappellent ceux que j'ai fait connaître pour le *Neottia Nidus-avis*. L'embryon dans la graine est ovoïde, indifférencié, sans suspenseur; il a, en moyenne, 250^{μ} de plus grand diamètre; ses cellules ne renferment pas d'amidon. L'endophyte pénètre toujours par le même pôle dirigé vers le micropyle de la graine; l'embryon s'accroît alors en déchirant le tégument. La plantule prend d'abord l'aspect d'un petit tubercule *en toupie*, sans poils absorbants, sans chlorophylle, mais où de l'amidon apparaît dès le début en quantité notable. Plus tard, cette plantule produit des poils, verdit et différencie ses premières feuilles. Dans des semis de trois mois ces plantules atteignent 6^{mm} et ont déployé trois feuilles vertes.

» De grosses racines charnues de *Spiranthes autumnalis*, recueillies en septembre aux environs d'Alençon, m'ont fourni, à de nombreuses reprises, un hyphomycète qui ne se différencie pas non plus des précédents par ses caractères morphologiques. Bien que je n'aie pas pu, en ce cas, faire l'épreuve de la germination des graines, il n'est guère douteux que ce soit bien là l'endophyte de cette Orchidée.

» Quelques essais pour isoler des endophytes d'autres Orchidées sont restés infructueux. On sait depuis longtemps que, dans des essais de ce genre, on obtient le plus souvent des *Fusarium*; les endophytes véritables se développent moins fréquemment, on ne les a pas obtenus ou remarqués antérieurement à cause de leur rareté dans les cultures et de la lenteur relative de leur développement. Les *Fusarium*, qu'on a pris d'abord pour les endophytes, ne font pas germer les graines en culture pure; je l'avais indiqué antérieurement ([1]), sans voir dans ce résultat négatif une raison suffisante

([1]) *Études sur la Tubérisation* (*Revue générale de Botanique*, Paris; 1902).

pour faire abandonner l'hypothèse de Wahrlich; il est clair qu'on doit y renoncer aujourd'hui puisque d'autres hyphomycètes, provenant aussi de racines contaminées, produisent la germination des graines en infestant les plantules à la manière ordinaire.

» Je me suis enfin proposé de savoir si ces endophytes, morphologiquement identiques, étaient cependant spéciaux à chaque plante ou s'ils pouvaient, au contraire, contaminer indifféremment des Orchidées diverses. Les résultats obtenus sont en faveur de cette seconde hypothèse.

» Quelques graines hybrides de *Cattleya,* qui avaient servi à mes premières expériences, étaient restées depuis sept mois en culture pure, sans dépasser l'état de *sphérules* que j'ai décrit dans ma Note précédente; contaminées par l'endophyte du *Spiranthes,* ces sphérules ont pu encore germer. Les graines hybrides de *Cypripedium* ont germé aussi bien avec l'un qu'avec l'autre des trois endophytes obtenus, sans qu'il y ait de différences dans la marche du développement ni dans les caractères des plantules. Enfin, la germination d'autres graines hybrides de *Cattleya* (*Cattleya Trianæi* et *Lœlia harpophylla*) a été de même obtenue indifféremment avec l'un ou l'autre des trois endophytes.

» Les *Cattleya, Cypripedium* et *Spiranthes,* qui ont servi aux expériences précédentes, sont des Orchidées ayant aussi peu que possible d'affinités spécifiques. Le *Cypripedium insigne* est originaire de l'Inde; les *Cattleya* viennent, en général, de l'Amérique tropicale; le genre *Spiranthes* renferme les Orchidées les plus cosmopolites. L'identité morphologique et physiologique des endophytes n'est évidemment pas un fait particulier à ces plantes diverses et choisies au hasard. Le même champignon se retrouve sans doute, sinon chez toutes les Orchidées, du moins chez la plupart de ces plantes; il s'agit dans ce cas, comme dans celui du *Rhizobium* des Légumineuses, d'un *parasite de famille.* »

GÉOLOGIE. — *Sur les tremblements de terre de la Roumanie et de la Bessarabie.* Note de M. F. de Montessus de Ballore, présentée par M. de Lapparent.

« Depuis 1892, M. Hepites, directeur du service météorologique de Roumanie, a institué dans ce pays des observations sismiques régulières au moyen du très dense réseau de stations météorologiques, et il a complété cette organisation par l'installation de la station sismologique de Bucharest. Grâce à la publication annuelle des observations, et à l'aide des catalogues sismiques généraux et du catalogue local dû au même savant, on peut dès maintenant dresser d'une manière satisfaisante la carte sismique de la Rou-

manie et de la Bessarabie. On va esquisser ici les résultats qu'elle met en lumière :

» L'angle des Carpathes sépare deux parties de la chaîne différant en relief. Si en effet on établit des profils perpendiculaires à la crête et à peu près équidistants, les pentes entre cette crête d'une part et le pied des monts ou les thalwegs du Danube et du Pruth d'autre part, sont respectivement de 31 et 12 pour 1000 pour l'arc moldave, contre 28 et 11 pour l'arc valaque, ce dernier très notablement plus stable. Ces différences seraient trop petites pour confirmer à elles seules l'influence sismogénique du relief relatif, mais elles ont ici lieu dans le même sens que les variations d'instabilité sismique, car pour l'un et l'autre arc, si l'on part des ailes pour aller au sommet de l'angle, la pente croît, grossièrement il est vrai, en même temps que la sismicité augmente, elle, au contraire, nettement. La loi du relief se vérifie donc bien. On doit admettre que la cause seconde efficiente de la plus grande sismicité le long de l'arc moldave réside dans ce fait que les couches sarmatiques y sont plus relevées, partant plus disloquées.

» Contrairement à l'opinion de M. de Martonne (*Comptes rendus*, 1901, t. CXXXII, p. 1140), l'arc sismique, autour duquel les épicentres se pressent avec le plus de densité et d'importance, est non la ligne Galatz-Buzen, mais bien celle Kischinew-Bucharest, ce qui exclut, ou tout au moins diminue beaucoup l'influence sismogénique de la première, comme ligne de séparation entre les régions valaques d'affaissement et de surrection. Ces mouvements n'ont donc pas de répercussion sismogénique, comme semble le croire ce géologue.

» La Valachie occidentale, toute la terrasse danubienne entre Turnu-Severin et Kalarasch, la Dobroudja et la Moldavie septentrionale sont beaucoup plus stables que la Bessarabie et surtout que la Moldavie centrale et méridionale et la Valachie orientale autour de l'axe Kischinew-Bucharest, dont la direction est exactement NE-SO. La signification géologico-sismogénique de cette orientation n'apparaît pas encore bien clairement. Il est toutefois très digne d'attention qu'elle est parallèle à l'axe sismique si remarquable de l'Erzgebirge bohémien, aux alignements pétrolifères du Ramnicu Sarat, et voisine de celle des épanchements volcaniques et des filons métallifères principaux des départements valaques occidentaux, Mehedintsi, Gorj et Valcea. N'y a-t-il là qu'une coïncidence géométrique purement fortuite?

» Quelques graves séismes des siècles passés ont surtout éprouvé le littoral entre Odessa et les bouches du Danube. Ils semblent donc avoir eu leurs épicentres en pleine mer Noire. On peut donc, comme quelques-uns de la Crimée (région non étudiée ici), les attribuer à un reste de survivance des dislocations balkano-caucasiques qui ont causé l'effondrement relativement récent de la mer Noire orientale. Et, précisément, la ligne Bourgas-Eupatoria définit presque exactement l'isobathe de 100^m, ainsi fort éloigné du littoral en question, tandis que la ligne, parallèle à la précédente, Midia-Balaklava, coïncide avec l'isobathe de 1000^m ou de 2000^m, suivant les sources consultées, mais qui s'accordent toutefois sur l'existence d'un talus sous-marin relativement raide et presque en prolongement de la coupure des Dardanelles et du littoral nord-occidental de la mer de Marmara. On a trop souvent l'occasion de constater le

rôle sismogénique des raides talus sous-marins pour ne pas être tenté de localiser quelque part sur celui-ci l'épicentre des séismes en question.

» Il est digne d'attention aussi que la formation du sillon danubien n'ait pas laissé de traces sous forme d'instabilité sismique, la vallée étant, au moins du côté roumain, fort pauvre en épicentres.

» Ces considérations générales n'excluent pas la réalité du rôle sismogénique secondaire, attribué par Draghicenù à plusieurs accidents géologiques valaques, ni surtout à leur influence sur la propagation des séismes. »

PHYSIQUE BIOLOGIQUE. — *Émission de rayons* N_1 *dans les phénomènes d'inhibition.* Note de MM. **Augustin Charpentier** et **Édouard Meyer**, présentée par M. d'Arsonval.

« Nous avons montré [1] que l'éclat d'un écran phosphorescent (direct ou par conduction) diminue au niveau du cœur arrêté par l'excitation du nerf pneumogastrique; nous avons depuis pu observer quelques faits nouveaux relatifs à cette réaction :

» 1° En prolongeant l'excitation du nerf, de façon à permettre pendant sa durée la reprise des systoles, l'éclat de l'écran mis en rapport avec le cœur reste amoindri, malgré le retour de l'organe à l'activité.

» 2° En excitant le nerf avec un courant très faible, incapable de modifier sensiblement le rythme cardiaque, l'écran, au niveau du cœur, brille moins pendant l'irritation du nerf et ne s'illumine davantage qu'à la fin de l'excitation, bien que le rythme n'ait pas varié de façon notable.

» 3° Dans ce dernier cas, malgré la persistance du rythme cardiaque, des phénomènes d'activité (émission de rayons N) se produisent cependant dans le nerf.

» En effet, si l'on excite le bout central du nerf gauche, par exemple, et si l'on met un écran en rapport avec le nerf droit intact, cet écran brillera davantage, que cette excitation réflexe soit ou non suffisante pour amener l'arrêt du cœur.

» Il résulte de ces diverses observations que la diminution d'éclat de l'écran ne tient pas, au moment de l'excitation du nerf inhibiteur, à l'activité moindre du muscle cardiaque. Les expériences suivantes vont montrer que l'action inhibitrice s'accompagne, au point où elle se manifeste, d'une

(1) *Comptes rendus*, 22 février 1904.

émission de rayons N_1, car, au moment de l'inhibition, la luminosité des écrans diminue par rapport à *leur état neutre*, et non pas seulement par rapport à leur éclat déjà exalté par l'activité normale du cœur.

» 4° En effet, au lieu de laisser l'écran en rapport permanent avec le cœur, on ne l'approche que lorsque, par excitation du nerf, le cœur a déjà été arrêté ou ralenti; on voit alors *l'éclat primitif* (*état neutre*) *s'amoindrir* très nettement et augmenter, au contraire, à la reprise des battements.

» 5° Le même effet s'observe dans les cas de reprise spontanée des pulsations à la suite d'une excitation prolongée ou lorsque cette excitation est trop faible pour modifier sensiblement le rythme.

» 6° Si, au moment d'une *accélération respiratoire*, provoquée par l'excitation faible du nerf sciatique ou du bout central du vague, on approche un écran du bulbe mis à nu ou de la région bulbaire intacte, *l'éclat va s'exalter;* par contre, si l'on provoque un *arrêt respiratoire* par excitation du vague, on verra *s'amoindrir* la luminosité primitive de l'écran, quand on approche ce dernier du bulbe au moment même de la suspension de la respiration.

» 7° Ces rayons N_1 ont, du reste, les mêmes caractères communs que ceux produits en dehors de l'organisme; nous avons pu notamment tirer parti d'une remarque qui nous a été obligeamment communiquée par M. Julien Meyer, chef des travaux à la Faculté des Sciences de Nancy, et suivant laquelle l'aluminium emmagasine les rayons N_1. Une plaque d'aluminium, approchée du cœur ou du bulbe dans les conditions précédentes, et éloignée ensuite de ces organes, a permis en effet de diminuer la phosphorescence d'un écran placé à distance.

» Nous en concluons que ces phénomènes d'inhibition que nous avons étudiés s'accompagnent bien d'émission de rayons N_1. »

CHIMIE PHYSIOLOGIQUE. — *Sur l'origine du lactose. Recherches expérimentales sur l'ablation des mamelles.* Note de M. **Ch. Porcher**, présentée par M. A. Chauveau.

« P. Bert (¹) et Schützenberger ayant démontré que le tissu mammaire ne contenait pas de substance lactogène capable de fournir du lactose par hydrolyse, deux hypothèses restaient en présence pour expliquer l'origine du sucre de lait :

» 1° Ou la mamelle reçoit tout préparé du lactose qu'elle n'aura plus, pour ainsi dire, qu'à filtrer;

(¹) *Sur l'origine du sucre de lait* (*Comptes rendus,* t. XCVIII, 1884, 1ᵉʳ sem., p. 775).

» 2° Ou la mamelle reçoit un excès d'un sucre différent, glucose vraisemblablement, qu'elle devra : α, transformer en lactose; β, éliminer ensuite.

» La première de ces deux hypothèses ne résiste pas à l'examen, et l'admettre pour un instant comme fondée, c'est supposer du même coup qu'il n'y a pas de relation directe de cause à effet entre la mamelle et le lactose. Dans ces conditions, il deviendrait alors possible d'observer la formation de sucre de lait chez un animal dépourvu de mamelles; le but de cette Note est de démontrer qu'il n'en peut pas être ainsi.

» La deuxième hypothèse établit au contraire des relations étroites de cause à effet entre la mamelle et le lactose. Là où il y a du parenchyme mammaire en activité, le glucose, sucre normal de l'organisme, qui devra le traverser, sera d'abord transformé en lactose; ensuite, ce dernier, à son tour, sera soit excrété par la glande transformatrice si la mère est traite ou tetée, soit résorbé et en partie éliminé par la voie rénale, si la mulsion n'est pas pratiquée.

» Pour trancher la question de l'origine du lactose, nous avons recommencé l'expérience de P. Bert, qui consistait à extirper les glandes mammaires chez des chèvres qu'on faisait couvrir ensuite.

» Deux chèvres ont été opérées le 15 octobre dernier et couvertes à peu près à cette époque. Le 6 mars au matin, et presque en même temps, elles accouchent normalement en donnant naissance chacune à un chevreau très vigoureux que l'on nourrit par la suite au biberon.

» Pour reconnaître la nature du sucre déversé dans l'urine après l'accouchement, élucider par conséquent le point important que P. Bert avait laissé de côté, nous avons utilisé la phénylhydrazine qui donne avec le glucose et le lactose des osazones si différentes. Voici les résultats des recherches faites sur l'urine :

» *a. Avant l'accouchement* : pas trace de sucre dans les urines.

» *b. Après l'accouchement :*

Chèvre A.	Chèvre B.
Accouchement : 6 mars à 8h du matin.	Accouchement : 6 mars à 9h du matin.
A 11h : élimination de quelques centimètres cubes d'urine donnant une réduction négligeable.	
A midi : 50cm³ d'urine (60g,40 de glucose au litre).	A midi : 60cm³ d'urine (91g,63 de glucose au litre).
2h : 22cm³ d'urine (29g,50 »).	
5h : 16cm³ d'urine (11g,55 »).	5h : 55cm³ d'urine (73g,80 »).
minuit : 63cm³ d'urine (4g,50 »).	minuit : 85cm³ d'urine (10g,40 »).
Le 7 à 6h du matin : 100cm³ (3g au litre).	Le 7 à 6h du matin : 75cm³ (6g,04 au litre).

» Il y a donc eu une véritable décharge sucrée urinaire provoquée par l'accouche-

ment. La richesse en sucre a baissé très rapidement, car, la mamelle faisant défaut, l'hyperproduction de glucose n'avait plus sa raison d'être; le surlendemain 8 mars, les urines ne réduisaient sensiblement plus.

» Le sucre trouvé dans l'urine dans la journée du 6 a été nettement caractérisé comme glucose par son osazone.

» Cependant, et c'est là un fait qui nous semble fort intéressant, dans les journées du 7 et du 8, nous avons trouvé dans l'urine des deux chèvres un peu de lactose. L'origine nous en a été expliquée par l'examen que nous avons fait des régions opératoires. Chez nos deux animaux, en effet, malgré tout le soin apporté à l'opération, quelques petits noyaux aberrants de la glande avaient été laissés de côté. Ces noyaux, par leur activité physiologique propre, pouvaient suffire à transformer de très faibles quantités de glucose en lactose, mais ils auraient été incapables d'exercer cette transformation sur la grande quantité de glucose dont une partie seulement avait été déchargée par la voie urinaire.

» Je me crois donc autorisé à conclure que le tissu mammaire en activité est un agent de transformation du glucose, qui lui est amené par la circulation, en lactose qui sera ultérieurement excrété.

» De cette expérience nous pouvons encore tirer d'autres déductions visant plus particulièrement l'hypothèse de Müntz (¹), suivant laquelle le lactose pourrait se faire dans l'économie par la conjonction du glucose, sucre normal de l'organisme, et du galactose, sucre qui serait apporté par l'alimentation.

» Les deux raisons suivantes nous font rejeter cette hypothèse :

» 1° Nous n'avons pas trouvé de galactose à côté du glucose dans les urines émises par les chèvres après le part;

» 2° Si malgré cette première raison, on persiste à vouloir admettre que le lactose puisse se former chez les herbivores par union du glucose et du galactose, on se trouve dans l'obligation d'abandonner cette explication lorsqu'on vise la formation du sucre de lait chez la femme et surtout chez les carnivores exclusifs; la nourriture de ceux-ci ne renferme, en effet, que très peu ou pas de galactanes, composés abondants dans les végétaux et susceptibles de fournir, par hydrolyse, du galactose. L'hypothèse de Müntz perdant de sa généralité perd de sa valeur, d'autant plus que l'on sait aujourd'hui que les lactoses des différents laits sont identiques, quelle que

(¹) *Sur l'existence des éléments du sucre de lait dans les plantes* (*Ann. de Chim. et de Phys.*, 6ᵉ série, t. X, p. 566).

soit l'espèce animale considérée ([1]) : femme, ânesse, jument, vache, chèvre, chienne, bufflesse ([2]). »

PHYSIOLOGIE. — *Résistance des rats à l'intoxication arsenicale.* Note de M. F. Bordas, présentée par M. d'Arsonval.

« Les recherches que nous poursuivons sur les effets physiologiques de l'arsenic (acide arsénieux, arsénites et arséniates) nous ont conduit, après avoir expérimenté sur les principaux animaux utilisés dans les laboratoires, à vérifier la grande résistance du rat à l'intoxication arsénicale ([3]).

» Les rats peuvent en effet supporter des doses d'arsenic trois fois plus élevées que celles qui sont reconnues comme devant amener la mort chez l'homme.

» Mais, si le rat peut supporter sans dénoter aucun trouble une dose massive d'acide arsénieux, dose six ou sept fois plus élevée que celle qui amène la mort chez le cobaye, il n'en est plus de même si on lui administre journellement des doses très faibles. Il succombe alors en général avant d'avoir absorbé la moitié de la dose massive à laquelle nous faisons allusion. Il existe néanmoins des résistances individuelles assez curieuses. Certains de ces animaux peuvent ingérer, et cela sans paraître incommodés, des doses d'arséniate de soude correspondant à 5^g par jour pour un homme pesant 60^{kg}.

» Ces animaux deviennent plus sensibles à l'action de faibles doses répétées d'acide arsénieux, en ayant soin de diminuer la *ration alimentaire* journalière; la toxicité de l'arsenic devient alors deux ou trois fois plus forte. Au contraire, si les rats sont copieusement nourris, ils résistent beaucoup mieux; mais, même dans ces conditions, ils ne peuvent jamais absorber à plusieurs reprises une quantité d'arsenic équivalente à la dose massive qu'ils supportent sans inconvénients.

» Ces faits sont intéressants à signaler à l'heure où l'on tend à introduire, dans les produits alimentaires et le lait en particulier, une foule d'antiseptiques dont quelques-uns sont toxiques, sous le prétexte que les quantités employées comme antiseptiques sont très faibles. »

([1]) Denigès, *Identification et dosage des lactoses dans les différents laits* (*Journ. de Phys. et de Chim.*, 5e série, t. XXVII, p. 413).

([2]) Ch. Porcher, *Sur le sucre de lait de bufflesse* (*Bull. Soc. chim.*, 3e série, t. XXIX, p. 828).

([3]) Delépine, *Arsenical poisoning*, Manchester.

PHYSIOLOGIE. — *Action de l'acide formique sur l'organisme.* Note de M. L. **Garrigue**, présentée par M. Alfred Giard.

« A propos de la Note de M. E. Clément : « Action de l'acide formique sur le système musculaire » parue dans les *Comptes rendus* du 21 mars 1904, p. 785, je me permettrai de rappeler à l'Académie les résultats expérimentaux que j'ai publiés dans un livre récent (*Maladies microbiennes*, 3e édition, Paris, 1903).

» Après avoir préparé des formiates de soude et de chaux, j'en ai injecté des solutions dans les veines, puis dans le tissu cellulaire de lapins. Les doses supportées furent très élevées et le résultat rapide. Les lapins en expérience acquirent de la vivacité et leur appétit en fut considérablement accru.

» Comme les résultats étaient absolument conformes à mes prévisions, je n'hésitai pas à me servir à moi-même de terrain d'expérience et je m'injectai pendant plusieurs jours des doses croissantes de formiate de soude. Le résultat fut rapide, mon appétit fut très rapidement accru, ainsi que mon activité cérébrale et physique. J'ai pu prendre sans inconvénient aux repas 3g de formiate de soude matin et soir. J'en ai pris 1g par repas pendant un mois (*loc. cit.*, p. 198-199).

» Le premier effet des formiates injectés ou absorbés par l'estomac est de relever la tension artérielle. Le malade se sent rapidement plus solide, les idées plus gaies, les nuits sont meilleures, l'appétit revient vite (il s'agit de tuberculeux). Les échanges moléculaires sont considérablement activés, car l'urée augmente dans les urines, et, si la dose administrée est un peu forte, la quantité d'urée excrétée dans la journée peut augmenter de plus du double; j'ai vu des sujets qui rendaient 19g et 20g d'urée par jour, en rendre, 5 jours après l'administration de formiates, 42g (*loc. cit.*, p. 200-201).

» Les sels formiques n'agissent pas par leur masse, mais par l'impulsion qu'ils donnent au mouvement moléculaire; ils se fixent dans l'organisme, aussi leurs effets non seulement s'accumulent mais se multiplient à l'infini (*loc. cit.*, p. 211).

» L'emploi des formiates m'a été suggéré par des idées théoriques exposées dans mon livre, mais je n'entends parler ici que du côté expérimental de la question. »

M. **Emm. Pozzi-Escot** adresse une Note ayant pour titre : « Loi de l'action de la catalase (réductase) de la levure sur le peroxyde d'hydrogène ».

M. **J. Claudel** adresse une Note « Sur la cause des variations de la pesanteur et ses rapports avec l'électricité ».

A 4 heures un quart l'Académie se forme en Comité secret.

La séance est levée à 4 heures trois quarts.

G. D.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

Ouvrages reçus dans la séance du 22 février 1904.

Institut de France. Académie des Sciences. *Proposition de l'Académie tendant à l'adoption, par l'Association internationale des Académies, d'un vœu présenté par le Congrès géologique de Vienne, dans le but de définir les branches de recherches géologiques pour lesquelles la coopération internationale pourrait s'exercer avec le plus de fruit.* Rapport présenté au nom de la Commission de Sismologie composée du Président de l'Académie, du Secrétaire perpétuel pour les Sciences mathématiques et de MM. Bouquet de la Grye, Fouqué, Janssen, Maurice Levy, Michel Lévy, Marcel Bertrand; de Lapparent, rapporteur, dans la séance du 15 février 1904, par M. de Lapparent. Paris, Gauthier-Villars, 1904; 1 fasc. in-4°.

Traité de Chimie minérale, publié sous la direction de Henri Moissan, Membre de l'Institut. Tome I, fasc. 1 : *Métalloïdes.* Tome III, fasc. 1 : *Métaux.* Paris, Masson et Cie, 1904; 2 vol. in-8°. (Hommage de M. H. Moissan.)

Traité théorique et pratique des moteurs à gaz et à pétrole, par Aimé Witz; 4e édition, refondue et entièrement remaniée. Tome II : *Monographie des principaux moteurs à gaz et à pétrole, moteurs à double effet, moteurs Compound; éléments de construction des moteurs; installation, conduite et entretien; applications.* Paris, E. Bernard, 1904; 1 vol. in-4°. (Présenté par M. Haton de la Goupillière.)

Traité d'Anatomie pathologique générale, par Raymond Tripier, avec 239 figures en noir et en couleurs. Paris, Masson et Cie, 1904; in-8°. (Présenté par M. Bouchard.)

Tumeurs du placenta et tumeurs placentaires (placentomes malins), avec 24 figures. Paris, C. Naud, 1903; 1 vol. in-8°. (Présenté par M. Bouchard.)

Annuaire de la Fondation Thiers, 1904, nouvelle série. Issoudun, imp. Gaignault, 1904; 1 fasc. in-8°.

La révolution économique de l'Angleterre, par Eug. de Masquard. (Extr. du *Paysan français,* décembre 1903 et janvier 1904.) 1 fasc. in-18°.

Nouvelles Annales de Mathématiques, journal des candidats aux écoles spéciales, à la licence et à l'agrégation, dirigé par C.-A. Laisant, C. Bourlet, R. Bricard; 4e série, t. IV, janvier 1904. Paris, Gauthier-Villars; 1 fasc. in-8°.

Mémoires de l'Académie des Sciences, Inscriptions et Belles-Lettres de Toulouse; 10e série, t. III. Toulouse, imp. Douladoure-Privat, 1903; 1 vol. in-8°.

Journal de la Société nationale d'Horticulture de France, paraissant mensuellement; 4e série, t. V, janvier 1904. Paris, au siège de la Société; 1 fasc. in-4°.

Mémoires de la Société nationale d'Agriculture, Sciences et Arts d'Angers; 5e série, t. VI, année 1903. Angers, Germain et G. Grassin, 1903; 1 vol. in-8°.

Taschenbuch zum praktischen Gebrauch für Flugtechniker und Luftschiffer, herausgegeb. v. HERMANN W.-L. MOEDEBECK, mit 145 Textabbildungen und 1 Tafel; zweite gänzlich umgearbeitet und vermehrte Auflage. Berlin, W., W.-H. Kühl, 1904; 1 vol. in-18. (Présenté par M. Maurice Levy.)

Alte mathematische Probleme und ihre Klärung im neunzehnten Jahrhundert; Rede von G. HETTNER. Berlin, Denter et Nicolas, 1904; 1 fasc. in-4°. (Envoi de la *Königlichen technischen Hochschule zu Berlin.*)

Quadratura del circolo, per FILIPPO MASTELLARI. Puebla, Scuolo typographica salesiana, 1903; 1 fasc. in-18.

Sur un cas de propagation de vibrations sonores infiniment petites, par C. KREDIBT. (Extr. de *Nieuw Archief voor Wiskunde,* t. II, c.) 1 fasc. in-8°.

Preliminary report on the study of rinderpest of cattle and carabos in the Philippine Islands, by JAMES-W. JOBLING. (Depart. of the Interior. Bureau of Government laboratories. Serum laboratory, 1903, n° 4.) Manille; 1 fasc. in-8°.

Anuario de la Real Academia de Ciencias exactas fisicas y naturales, 1904. Madrid; imp. L. Aguado; 1 vol. in-24.

Geological Survey of India. Province of Nova Scotia, by H. FLETCHER and E.-R. FARIBAULT; sheets nos 42 à 48, 56, 58. Montréal; Cartes coloriées en 10 feuilles in-f°.

Nova Acta Academiæ Cæsareæ Leopoldino-Carolinæ germanicæ naturæ curiosorum; t. LXXXI, cum tabulis XXI. Halle, 1903; 1 vol. in-4°.

Leopoldina, amtliches Organ der K. Leopoldino-Carolinischen deutschen Akademie der Naturforscher; Heft XXXIX, n° 1, Januar 1903. Halle; 1 fasc. in-4°.

General report on the work carried on by the geological Survey of India for the year 1902-1903, by TH. HOLLAND, Director. Calcutta, 1903; 1 fasc. in-8°.

Memoirs of the geological Survey of India. Paleontologia Indica; ser. IX : *The jurassic fauna of Cutch;* vol. III, part II, *The Lamellibranchiata;* n° 1, *Genus Trigonia,* plates I to X, by F.-L. KITCHIN. Calcutta, 1903; 1 fasc. in-f°.

Contents and index of Volumes XXI-XXX of the Records of the geological Survey of India, 1887 *to* 1897. Calcutta, 1903; 1 fasc. in-8°.

Transactions of the American Society of mechanical Engineers; vol. XXIV, 1903. New-York, 1903; 1 vol. in-8°.

Memoirs of the Museum of comparative Zoölogy at Harvard college, vol. XXIX: *The coral reefs of the Maldives,* by ALEXANDER AGASSIZ, with eighty-two plates; text and plates. Cambridge, Etats-Unis, 1903; 2 fasc. in-4°.

OUVRAGES REÇUS DANS LA SÉANCE DU 29 FÉVRIER 1904.

Observatoire de Paris. *Photographies lunaires*, par MM. LŒWY et PUISEUX. Paris, héliog. et imp. J. Gaultier; 7 feuilles in-plano. (Présenté par M. Lœwy.)

Connaissance des Temps ou des mouvements célestes pour le méridien de Paris, à l'usage des astronomes et des navigateurs, pour l'an 1906, publiée par le Bureau des Longitudes. Paris, Gauthier-Villars, 1903; 1 vol. in-8°. (Présenté par M. Lippmann.)

Essais de paléoconchiologie comparée, par M. COSSMANN; 5e livraison, décembre 1903. Paris, F.-R. de Rudeval; 1 vol. in-4°. (Présenté par M. Albert Gaudry.)

Expéditions scientifiques du Travailleur *et du* Talisman : *Cirrhipèdes*, par A. GRUVEL. Paris, Masson et Cie, 1902; 1 vol. in-4°. (Présenté par M. Edmond Perrier.)

Loi générale de la répartition des régions sismiques instables à la surface du globe, par le Comte DE MONTESSUS DE BALLORE. Leipzig, Wilhelm Engelmann, 1904; 1 fasc. in-8°.

Perfectionnement du système musical par un emploi plus étendu des séries de sons harmoniques, par S. ODIER. Auch, Imprimerie centrale, 1904; 1 vol. in-8°. (Hommage de l'auteur.)

Revue maritime, publiée par le Ministère de la Marine; t. CLX, 508e livraison, janvier 1904. Paris, R. Chapelot et Cie; 1 fasc. in-8°.

(*A suivre.*)

ERRATA.

(Séance du 4 janvier 1904.)

Note de M. A. *Guillemin*, Sur l'osmose :

Page 38, ligne 13, *au lieu de* 117, *lisez* 29,3.

N° 13.

TABLE DES ARTICLES. (Séance du 28 mars 1904.)

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

NOMINATIONS.

MÉMOIRES PRÉSENTÉS.

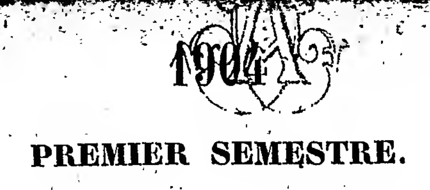
CORRESPONDANCE.

N° 13.

SUITE DE LA TABLE DES ARTICLES.

PARIS. — IMPRIMERIE GAUTHIER-VILLARS,
Quai des Grands-Augustins, 55.

Le Gérant : Gauthier-Villars.



PREMIER SEMESTRE.

COMPTES RENDUS

HEBDOMADAIRES

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES

PAR MM. LES SECRÉTAIRES PERPÉTUELS.

TOME CXXXVIII.

N° 14 (5 Avril 1904).

PARIS,

GAUTHIER-VILLARS, IMPRIMEUR-LIBRAIRE

DES COMPTES RENDUS DES SÉANCES DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES,

Quai des Grands-Augustins, 55.

1904

RÈGLEMENT RELATIF AUX COMPTES RENDUS

ADOPTÉ DANS LES SÉANCES DES 23 JUIN 1862 ET 24 MAI 1875

Les *Comptes rendus hebdomadaires des séances de l'Académie* se composent des extraits des travaux de ses Membres et de l'analyse des Mémoires ou Notes présentés par des savants étrangers à l'Académie.

Chaque cahier ou numéro des *Comptes rendus* a 48 pages ou 6 feuilles en moyenne.

26 numéros composent un volume.

Il y a deux volumes par année.

ARTICLE 1er. — *Impression des travaux de l'Académie.*

Les extraits des Mémoires présentés par un Membre ou par un associé étranger de l'Académie comprennent au plus 6 pages par numéro.

Un Membre de l'Académie ne peut donner aux *Comptes rendus* plus de 50 pages par année.

Toute Note manuscrite d'un Membre de l'Académie ou d'une personne étrangère ne pourra paraître dans le *Compte rendu* de la semaine que si elle a été remise le jour même de la séance.

Les Rapports ordinaires sont soumis à la même limite que les Mémoires; mais ils ne sont pas compris dans les 50 pages accordées à chaque Membre.

Les rapports et Instructions demandés par le Gouvernement sont imprimés en entier.

Les extraits des Mémoires lus ou communiqués par les Correspondants de l'Académie comprennent au plus 4 pages par numéro.

Un Correspondant de l'Académie ne peut donner plus de 32 pages par année.

Les *Comptes rendus* ne reproduisent pas les discussions verbales qui s'élèvent dans le sein de l'Académie; cependant, si les Membres qui y ont pris part désirent qu'il en soit fait mention, ils doivent rédiger, séance tenante, des Notes sommaires, dont ils donnent lecture à l'Académie avant de les remettre au Bureau. L'impression de ces Notes ne préjudicie en rien aux droits qu'ont ces Membres de lire, dans les séances suivantes, des Notes ou Mémoires sur l'objet de leur discussion.

Les Programmes des prix proposés par l'Académie sont imprimés dans les *Comptes rendus*, mais les Rapports relatifs aux prix décernés ne le sont qu'autai que l'Académie l'aura décidé.

Les Notices ou Discours prononcés en séance pu blique ne font pas partie des *Comptes rendus*.

ARTICLE 2. — *Impression des travaux des Savants étrangers à l'Académie.*

Les Mémoires lus ou présentés par des personne qui ne sont pas Membres ou Correspondants de l'Aca démie peuvent être l'objet d'une analyse ou d'un ré sumé qui ne dépasse pas 3 pages.

Les Membres qui présentent ces Mémoires son tenus de les réduire au nombre de pages requis. L Membre qui fait la présentation est toujours nommé mais les Secrétaires ont le droit de réduire cet Extrai autant qu'ils le jugent convenable, comme ils le fon pour les articles ordinaires de la correspondance offi cielle de l'Académie.

ARTICLE 3.

Le *bon à tirer* de chaque Membre doit être remis à l'Imprimerie le mercredi au soir, ou, au plus tard, le jeudi à 10 heures du matin; faute d'être remis à temps le titre seul du Mémoire est inséré dans le *Compte rendu* actuel, et l'extrait est renvoyé au *Compte rendu* suivant et mis à la fin du cahier.

ARTICLE 4. — *Planches et tirage à part.*

Les *Comptes rendus* ne contiennent ni planches, ni figures.

Dans le cas exceptionnel où des figures seraient autorisées, l'espace occupé par ces figures comptera pour l'étendue réglementaire.

Le tirage à part des articles est aux frais des auteurs; il n'y a d'exception que pour les Rapports et les Instructions demandés par le Gouvernement.

ARTICLE 5.

Tous les six mois, la Commission administrative fait un Rapport sur la situation des *Comptes rendus* après l'impression de chaque volume.

Les Secrétaires sont chargés de l'exécution du présent Règlement.

Les Savants étrangers à l'Académie qui désirent faire présenter leurs Mémoires par MM. les Secrétaires perpétuels sont priés de les déposer au Secrétariat au plus tard le Samedi qui précède la séance, avant 5h. Autrement la présentation sera remise à la séance suivante.

ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU MARDI 5 AVRIL 1904,

PRÉSIDENCE DE M. MASCART.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

MÉDECINE. — *Sur l'agent pathogène de la trypanosomiase humaine,* Tr. gambiense *Dutton*. Note de M. A. Laveran.

« Forde et Dutton ont découvert en Gambie, dans le sang d'un Européen atteint de fièvre irrégulière, un Trypanosome qui a été bien décrit par Dutton sous le nom de *Tr. gambiense*. Ce Trypanosome a été retrouvé chez un certain nombre d'Européens ou d'indigènes, en Gambie et au Congo, par Dutton et Todd, P. Manson, Broden et Brumpt.

» D'autre part, Castellani a signalé l'existence, dans le liquide cérébro-spinal des noirs de l'Ouganda atteints de la maladie du sommeil, d'un Trypanosome qu'il a décrit sous le nom de *Tr. ugandense* comme une espèce distincte de *Tr. gambiense*. D. Bruce, Nabarro et Greig dans l'Ouganda, Broden et Brumpt au Congo ont vérifié l'existence des Trypanosomes dans le liquide cérébro-spinal des sujets atteints de la maladie du sommeil; mais ces parasites ont été trouvés également dans le sang de noirs présentant ou non les symptômes de cette maladie et la question s'est posée de savoir si *Tr. ugandense* Castellani ne devait pas être identifié à *Tr. gambiense* Dutton.

» Grâce à l'obligeance de MM. les Drs Dutton, Todd et Annett de Liverpool et de M. le Dr D. Bruce j'ai pu étudier les Trypanosomes de Gambie et de l'Ouganda à l'Institut Pasteur; je me propose de résumer brièvement, dans cette Note, les principaux résultats de mes recherches.

» 1° *Morphologie*. — Les caractères différentiels qui ont été signalés par Castellani entre *Tr. gambiense* et *Tr. ugandense* n'existent pas, quand on

compare des préparations des deux Trypanosomes *faites exactement dans les mêmes conditions.* Comme Bruce l'a fait remarquer, Castellani a décrit des Trypanosomes du liquide cérébro-spinal, moins bien fixés que les Trypanosomes du sang; quand les Trypanosomes du liquide cérébro-spinal sont inoculés à des animaux et étudiés ensuite dans le sang, on constate qu'ils présentent tous les caractères morphologiques de *Tr. gambiense*. Des Trypanosomes qu'il n'est pas possible de distinguer à leurs caractères morphologiques peuvent d'ailleurs appartenir à des espèces distinctes, et d'autres preuves de l'identité des *Tr. gambiense* et *Tr. ugandense* étaient nécessaires.

» 2° *Action pathogène sur différentes espèces animales.* — J'ai étudié comparativement l'action des deux Trypanosomes chez la souris, chez le rat, chez le cobaye, chez le lapin, chez le chien et chez différentes espèces de singes. Des expériences sur d'autres animaux (mouton, chèvre, cheval, bœuf) ne sont pas encore terminées.

» Chez les souris blanches, les deux Trypanosomes ont produit des infections légères qui se terminaient généralement par guérison. Les souris guéries avaient l'immunité.

» Chez les rats blancs, les infections produites par l'un et l'autre Trypanosome ont été, en général, beaucoup plus graves que chez les souris. On constate encore des infections légères, mais elles sont rares; la terminaison mortelle est la règle. La durée moyenne de la maladie a été de 3 mois; quelques rats atteints d'une dermatose sont morts plus rapidement. Un rat inoculé de *Tr. gambiense* (type Dutton) est encore vivant après 170 jours. Chez les souris et chez les rats, l'inoculation intra-péritonéale réussit mieux que l'inoculation sous-cutanée.

» L'hypertrophie de la rate est constante et souvent énorme.

» Les cobayes et les lapins s'infectent de la même manière avec les deux Trypanosomes. Chez le lapin la marche de la maladie est lente, insidieuse; les Trypanosomes sont toujours rares ou très rares dans le sang; chez les cobayes, au contraire, j'ai trouvé souvent des parasites assez nombreux ou nombreux.

» Chez les chiens, l'évolution des infections produites par les deux Trypanosomes est la même.

» Enfin les singes réagissent de la même façon. Les Macaques (*M. rhesus* et *M. cynomolgus*) ont montré la même sensibilité au Trypanosome de Gambie et à celui de l'Ouganda; au contraire, deux Cynocéphales (Ba-

bouins) se sont montrés réfractaires aux Trypanosomes de ces deux provenances.

» Les deux virus examinés par moi se sont donc comportés de même; les résultats auxquels je suis arrivé ne concordent pas entièrement avec ceux qui ont été obtenus par d'autres observateurs (¹), mais c'est aujourd'hui un fait démontré qu'un même Trypanosome peut être plus ou moins virulent pour telle ou telle espèce animale.

» 3° *Action du sérum humain et de l'acide arsénieux.* — Le sérum humain s'est montré sans action aucune lorsqu'il a été injecté à des rats infectés avec l'un ou l'autre des Trypanosomes; au contraire, l'acide arsénieux a montré la même efficacité dans les deux cas.

» 4° *Les animaux ayant acquis l'immunité pour* Tr. gambiense *possèdent l'immunité pour* Tr. ugandense *et réciproquement.* — Nabarro a constaté que des singes ayant résisté à l'infection produite par *Tr. ugandense* possédaient l'immunité pour les Trypanosomes du sang des individus n'ayant pas la maladie du sommeil, aussi bien que pour les Trypanosomes provenant du liquide cérébro-spinal de ces derniers (²).

» J'ai répété cette expérience en employant les virus qui m'avaient été fournis par MM. Dutton et Todd (Trypanosome de Gambie) et par M. D. Bruce (Trypanosome de l'Ouganda), c'est-à-dire dans des conditions qui me paraissent excellentes.

» L'expérience a porté sur deux jeunes *Macacus cynomolgus*. Un des Macaques, inoculé avec le virus de Gambie, a eu une trypanosomiase légère qui lui a conféré l'immunité pour ce virus, ainsi que je m'en suis assuré en pratiquant une deuxième inoculation. Inoculé ensuite avec le virus de l'Ouganda, ce singe ne s'est pas infecté, tandis que l'autre singe, inoculé dans les mêmes conditions, contractait une infection mortelle.

» Une conclusion s'impose, ce me semble, c'est que *Tr. gambiense* Dutton et *Tr. ugandense* Castellani ne constituent qu'une seule et même espèce; d'après les règles de la nomenclature, cette espèce doit être désignée sous le nom de *Tr. gambiense* Dutton, qui a la priorité.

(¹) MM. Brumpt et Wurtz ont obtenu, avec le Trypanosome de la maladie du sommeil, des infections graves chez les souris; les mêmes observateurs n'ont pas réussi à voir des Trypanosomes dans le sang des lapins et des cobayes infectés (*Soc. de Biologie*, 26 mars 1904).

(²) *Epidemiological Society* (*The Lancet*, 23 janvier 1904).

» Les auteurs anglais qui ont pu faire, dans les meilleures conditions, l'étude comparative des deux Trypanosomes de Gambie et de l'Ouganda, Bruce, Nabarro, Dutton et Todd, sont arrivés à la même conclusion.

» Il paraît démontré aujourd'hui que *Tr. gambiense* est la cause de la grave endémie africaine connue sous le nom de *maladie du sommeil;* l'ensemble des faits publiés par Castellani, D. Bruce, Nabarro et Greig, Dutton et Todd, Patrick Manson, Brumpt et Broden est très probant.

» Il résulte également des observations faites en Gambie, dans l'Ouganda et au Congo, que les Trypanosomes se rencontrent souvent dans le sang d'individus qui ne présentent aucun des symptômes de la maladie du sommeil et qui peuvent mourir sans en avoir présenté aucun; il serait donc logique d'abandonner le nom de *maladie du sommeil* qui ne désigne qu'une des phases terminales de l'infection, pour le nom de *trypanosomiase humaine* qui s'applique à toutes les formes. »

MÉCANIQUE. — *D'une condition nécessaire pour la stabilité d'un milieu vitreux illimité.* Note de M. **P. Duhem.**

« Dans une précédente Communication [1] nous avons donné quelques formules relatives à quatre expressions que nous avons appelées Ψ, ψ, P, p. Nous nous proposons aujourd'hui d'étudier la combinaison suivante de ces quatre quantités :

$$U = -\Psi + \psi - P + p. \tag{1}$$

» En vertu des égalités (8), (9), (10) et (11) de notre précédente Communication, nous pouvons écrire

$$\left\{\begin{aligned} \frac{dU}{dt} = &- 4(\lambda + 2\mu)\int \Delta\theta\,\Delta\theta'\,d\varpi - 4\mu\sum\int \Delta\omega\,\Delta\omega'\,d\varpi \\ &- 2(\Lambda + 2M)\int(\Delta\theta')^2\,d\varpi - 2M\sum\int(\Delta\omega')^2\,d\varpi + \ldots, \end{aligned}\right. \tag{2}$$

tandis que les égalités (12), (13), (14) et (15) de la même Communication

(1) *Sur quelques formules utiles pour discuter la stabilité d'un milieu vitreux* (*Comptes rendus*, t. CXXXVIII, séance du 21 mars 1904, p. 737).

donnent

$$
(3)\quad \left\{
\begin{aligned}
\frac{d^2 U}{dt^2} = &-4(\lambda+2\mu)\int(\Delta\theta')^2\,d\varpi - 4\mu\sum\int(\Delta\omega')^2\,d\varpi \\
&+\frac{4}{\rho_0}\int\Bigg\{\left[(\lambda+2\mu)\frac{\partial\Delta\theta}{\partial a}+(\Lambda+2\mathrm{M})\frac{\partial\Delta\theta'}{\partial a}\right]^2 \\
&\qquad+\left[(\lambda+2\mu)\frac{\partial\Delta\theta}{\partial b}+(\Lambda+2\mathrm{M})\frac{\partial\Delta\theta'}{\partial b}\right]^2 \\
&\qquad+\left[(\lambda+2\mu)\frac{\partial\Delta\theta}{\partial c}+(\Lambda+2\mathrm{M})\frac{\partial\Delta\theta'}{\partial c}\right]^2\Bigg\}\,d\varpi \\
&+\frac{4}{\rho_0}\sum\int\Bigg[\left(\mu\frac{\partial\Delta\omega}{\partial a}+\mathrm{M}\frac{\partial\Delta\omega'}{\partial a}\right)^2 \\
&\qquad+\left(\mu\frac{\partial\Delta\omega}{\partial b}+\mathrm{M}\frac{\partial\Delta\omega'}{\partial b}\right)^2 \\
&\qquad+\left(\mu\frac{\partial\Delta\omega}{\partial c}+\mathrm{M}\frac{\partial\Delta\omega'}{\partial c}\right)^2\Bigg]\,d\varpi+\ldots
\end{aligned}
\right.
$$

» Dans ces égalités (2) et (3), $+\ldots$ désignent des termes qui sont infiniment petits, au moins du troisième ordre, lorsque $\xi, \eta, \zeta, \xi', \eta', \zeta'$ et leurs dérivées partielles du premier ordre en a, b, c sont infiniment petits.

» Supposons que l'on ait, à la fois,

$$(4)\qquad \lambda+2\mu<0, \qquad \mu<0.$$

» Le terme explicitement écrit au second membre de l'égalité (3) ne peut être négatif; pour qu'il fût nul, il faudrait que l'on eût, dans tout l'espace,

$$
(5)\quad \left\{
\begin{aligned}
&\Delta\theta'=0, \qquad \Delta\omega'=0, \\
&\frac{\partial\Delta\theta}{\partial a}=0, \quad \frac{\partial\Delta\theta}{\partial b}=0, \quad \frac{\partial\Delta\theta}{\partial c}=0, \\
&\frac{\partial\Delta\omega}{\partial a}=0, \quad \frac{\partial\Delta\omega}{\partial b}=0, \quad \frac{\partial\Delta\omega}{\partial c}=0.
\end{aligned}
\right.
$$

» Comme $\Delta\theta$ et $\Delta\omega$ s'annulent à l'infini, les dernières égalités exigent que l'on ait, dans tout l'espace,

$$(6)\qquad \Delta\theta=0, \qquad \Delta\omega=0.$$

» Comme θ, θ', les ω et les ω' sont nuls à l'infini, les égalités (5) et (6) donnent, dans tout l'espace,

$$
\begin{aligned}
&\theta=0, \quad \omega_1=0, \quad \omega_2=0, \quad \omega_3=0, \\
&\theta'=0, \quad \omega'_1=0, \quad \omega'_2=0, \quad \omega'_3=0.
\end{aligned}
$$

» On en conclut aisément que l'on a

$$\xi = \frac{\partial F}{\partial a}, \quad \eta = \frac{\partial F}{\partial b}, \quad \zeta = \frac{\partial F}{\partial c}, \quad \Delta F = 0,$$
$$\xi' = \frac{\partial G}{\partial a}, \quad \eta' = \frac{\partial G}{\partial b}, \quad \zeta' = \frac{\partial G}{\partial c}, \quad \Delta G = 0.$$

» Comme ξ, η, ζ, ξ', η', ζ' s'annulent à l'infini, les égalités précédentes exigent que l'on ait, dans tout l'espace,

$$(7) \qquad \xi = 0, \quad \eta = 0, \quad \zeta = 0, \quad \xi' = 0, \quad \eta' = 0, \quad \zeta' = 0.$$

» Telles sont les conditions nécessaires et suffisantes pour que le terme explicitement écrit de $\frac{d^2U}{dt^2}$ soit égal à 0.

» Il est alors aisé de démontrer que, *si les inégalités* (4) *sont vérifiées, l'équilibre d'un milieu vitreux homogène et illimité, dont la température est maintenue constante et qui demeure immobile à l'infini, est un état d'équilibre instable.*

» En effet, si cet état d'équilibre était stable, on pourrait limiter supérieurement les valeurs absolues initiales de ξ, η, ζ, ξ', η', ζ' et de leurs dérivées partielles du premier ordre en a, b, c, de telle sorte :

» 1° Que U ne surpasse, pour aucune valeur de t, une limite positive donnée d'avance ;

» 2° Que $\frac{d^2U}{dt^2}$ ne soit jamais négatif.

» D'autre part, à l'instant $t = 0$, on pourrait poser

$$\xi'_0 = K^2\xi_0, \qquad \eta'_0 = K^2\eta_0, \qquad \zeta'_0 = K^2\zeta_0,$$

K^2 étant indépendant de a, b, c.

» L'égalité (2) donnerait alors

$$\begin{aligned}\left(\frac{dU}{dt}\right)_0 = &- 4K^2(\lambda + 2\mu)\int(\Delta\theta_0)^2\,d\varpi - 4K^2\mu\sum\int(\Delta\omega_0)^2\,d\varpi \\ &- 2K^4(\Lambda + 2M)\int(\Delta\theta_0)^2\,d\varpi - 2K^4 M\sum\int(\Delta\omega_0)^2\,d\varpi \\ &+ \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\end{aligned}$$

» Si les inégalités (4) étaient vérifiées, on pourrait limiter supérieurement les valeurs de K^2, de ξ_0, η_0, ζ_0 et de leurs dérivées partielles du premier ordre en a, b, c, de telle sorte que $\left(\frac{dU}{dt}\right)_0$ soit sûrement positif. Cette

condition serait incompatible avec les deux précédentes, ce qui établit le théorème énoncé.

» Ce théorème est vrai que le milieu soit visqueux ou non visqueux; il demeurerait vrai si les actions de viscosité favorisaient le mouvement au lieu de le gêner. »

CORRESPONDANCE.

M. Alexandre Agassiz, élu Associé étranger, adresse ses remercîments à l'Académie.

M. Guichard, élu Correspondant pour la Section de Géométrie, adresse ses remercîments à l'Académie.

M. le Secrétaire perpétuel signale, parmi les pièces imprimées de la Correspondance :

Un Volume de l' « International Catalogue of Scientific Literature » (first annual issue) (*Zoology*).

ASTRONOMIE PHYSIQUE. — *Observations du Soleil faites à l'Observatoire de Lyon (équatorial Brünner de* $0^{m},16$*) pendant le quatrième trimestre de* 1903. Note de M. J. Guillaume, présentée par M. Mascart.

« Il y a eu 45 jours d'observation dans ce trimestre, et les principaux faits qui en résultent sont les suivants :

» *Taches*. — On a noté 33 groupes de taches (19 au sud de l'équateur et 14 au nord) avec une surface totale de 5439 millionièmes, au lieu de 31 groupes et 1015 millionièmes dans le trimestre précédent.

» Cette augmentation considérable de la surface tachée est due principalement au groupe extraordinaire qui a traversé le disque solaire du 4 au 18 octobre, à la latitude moyenne de $-22°$, et qui a couvert, dans son plus grand développement, un peu plus de 2000 millionièmes de l'aire de

l'hémisphère visible. Le 11, à son passage au méridien central, il s'étendait sur 19° de longitude et 7° en latitude. Il n'y en avait pas eu de comparable depuis celui de septembre 1898, à — 12°,5 de latitude.

» Trois groupes ont été visibles à l'œil nu; ce sont les suivants, désignés par la date du passage au méridien central et la latitude :

11 octobre................	— 22°
5 novembre..............	+ 17
10 novembre..............	— 24

» Le troisième de ces groupes s'est formé à l'est et près du premier, le 17 octobre, quatre jours avant de contourner le limbe occidental du disque solaire; il semblait se développer au détriment du grand groupe qui a diminué rapidement et avait disparu avant la traversée complète du disque à la deuxième rotation.

» Un autre groupe intéressant est celui qui a traversé le disque solaire du 25 octobre au 7 novembre à la latitude de — 18°; il n'a atteint que le tiers environ du développement du grand groupe, mais il a été remarquable par la coïncidence de son passage au méridien central, le 31 octobre, avec la perturbation magnétique extraordinaire signalée presque partout.

» On remarque, enfin, qu'il n'y a eu aucun jour sans tache dans ce trimestre (le nombre proportionnel du trimestre précédent était de 0,12). L'absence de tache durant trois mois consécutifs n'avait pas été notée depuis 1898.

» *Régions d'activité.* — Le nombre des groupes de facules notés est de 64 avec une surface totale de 66,0 millièmes, tandis que le précédent trimestre avait fourni 93 groupes avec 60,1 millièmes. Leur répartition entre les deux hémisphères est de 33 groupes au sud au lieu de 50, et de 31 au nord au lieu de 43.

» Par suite de la jonction des facules de deux centres persistants d'activité (ceux où les groupes de taches 1 et 3 visibles à l'œil nu se sont formés), on a vu dans l'hémisphère austral un champ de facules remarquable par son étendue : il ne couvrait pas moins de 70° en longitude sur 30° en latitude dans la première quinzaine de novembre; à la rotation suivante il avait une étendue de 80° sur 35°, et fin décembre, au retour suivant, de 70° sur 30°.

TABLEAU I. — *Taches.*

Dates extrêmes d'observ.	Nombre d'obser-vations.	Pass. au mér. central.	Latitudes moyennes S.	Latitudes moyennes N.	Surfaces moyennes réduites.
		Octobre. — 0,00.			
8-10	3	5,4	−22		89
2-14	11	8,4		+12	218
5-18	12	11,6	−22		1605
17-18	2	13,7	−20		21
13-24	10	20,0		+14	136
20-21	2	21,3	−17		18
27- 6	3	31,9	−18		450
			−19°,8	+13°,0	
		Novembre. — 0,00.			
2	1	3,0		+20	3
2	1	4,5		+15	14
2-10	5	5,4		+17	502
2-12	6	6,1		+17	175
6	1	8,5	− 7		7
2-12	6	8,6	−22		121
6-14	6	10,9	−24		808
14	1	16,1	−22		4
14	1	18,5		+22	5
17-28	7	21,9	−19		19
23-24	2	25,4	−20		4
24- 3	4	30,0	−18		81
4	1	30,6		+21	5
			−18°,9	+18°,7	

Dates extrêmes d'observ.	Nombre d'obser-vations.	Pass. au mér. central.	Latitudes moyennes S.	Latitudes moyennes N.	Surfaces moyennes réduites.
		Décembre. — 0,00.			
28- 8	4	3,2		+17	142
3- 8	3	3,6	−17		16
28- 8	3	5,1	−27		11
3	1	6,3	−23		3
3- 8	3	7,1	−20		35
3-12	4	7,8	−21		4
3-14	5	8,7	−17		88
3- 8	3	9,1	−27		83
3-15	6	9,4	−22		96
8	1	10,2	−16		5
8-18	6	13,1		+14	113
8-18	6	14,1		+20	272
12-18	5	16,5	−23		37
17-24	3	18,7		+17	26
17-18	2	20,7	−17		7
15-24	4	21,6		+22	196
17-18	2	22,3		+13	6
30	1	27,2		+15	6
30	1	30,3		+13	8
			−20°,9	+16°,4	

TABLEAU II. — *Distribution des taches en latitude.*

1903.	Sud 90°-40°	Sud 40°-30°	Sud 30°-20°	Sud 20°-10°	Sud 10°-0°	Sud Somme.	Nord Somme.	Nord 0°-10°	Nord 10°-20°	Nord 20°-30°	Nord 30°-40°	Nord 40°-90°	Totaux mensuels.	Surfaces totales réduites.
Octobre...	»	»	2	3	»	5	2	»	2	»	»	»	7	2537
Novembre.	»	»	3	3	1	7	4	»	2	2	»	»	11	1748
Décembre.	»	»	4	3	»	7	8	»	7	1	»	»	15	1154
Totaux..	»	»	9	9	1	19	14	»	11	3	»	»	33	5439

TABLEAU III. — *Distribution des facules en latitude.*

1903.	Sud.						Nord.						Totaux mensuels.	Surfaces totales réduites.
	90°. 40°.	40°. 30°.	30°. 20°.	20°. 10°.	10°. 0°.	Somme.	Somme.	0°. 10°.	10°. 20°.	20°. 30°.	30°. 40°.	40°. 90°.		
Octobre...	2	1	5	4	»	12	15	»	3	9	1	2	27	18,0
Novembre.	»	»	6	3	1	10	6	»	2	4	»	»	16	21,1
Décembre.	1	»	8	2	»	11	10	»	6	4	»	»	21	26,9
Totaux..	3	1	19	9	1	33	31	»	11	17	1	2	64	66,0

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur une classe de transcendantes multiformes.* Note de M. **Pierre Boutroux**, présentée par M. P. Painlevé.

« Dans une Note présentée le 8 février 1904 à l'Académie des Sciences, M. Remoundos a fait savoir qu'il avait étudié certaines transcendantes multiformes représentées par une relation entière entre deux variables x et y. J'ai eu également occasion d'aborder l'étude de transcendantes à une infinité de branches, alors que je cherchais à former des équations différentielles simples auxquelles elles pussent satisfaire. Je me propose d'indiquer quelques-uns des résultats que j'ai obtenus à leur sujet.

» 1. Considérons une fonction $u(x)$ n'ayant, en dehors d'un nombre fini de points, d'autres singularités que des pôles ou des points critiques algébriques $\xi_1, \xi_2, \ldots, \xi_n, \ldots$ et supposons que l'ensemble dérivé de l'ensemble (¹) ξ des ξ_i ne contienne que des points discrets. Soient $u_1(x)$, $u_2(x)$, ... les diverses valeurs prises par u pour une valeur quelconque de x et soit $U_i(x)$ un point quelconque de l'ensemble dérivé de l'ensemble $u(x)$. Je démontre qu'en tout point qui n'est pas point-limite de points ξ_i, *toute branche* $U_i(x)$ *est une fonction analytique et holomorphe de* x. *La dérivée* (²) U' *de* U *est engendrée par l'ensemble dérivé de l'ensemble formé par les déterminations* $u'_1, u'_2, \ldots$ *de la dérivée* u' *de* u.

(¹) Il résulte d'un théorème de M. Poincaré (*Rendic. del Circ. mat. di Palermo*, 1888) que les ensembles ξ et u sont toujours dénombrables. L'ensemble dérivé de l'ensemble ξ contient des points singuliers transcendants de la fonction u; mais il peut contenir aussi d'autres points, qu'il sera en général très difficile de déterminer.

(²) Il résulte de cette proposition que si la fonction u satisfait à une équation différentielle $u' = \varpi(x, u)$, la fonction U satisfait à la même équation.

» Appliquons la relation générale, ainsi établie entre la distribution des points critiques et celle des déterminations de la fonction u, au cas où l'ensemble des points ξ_i n'admet pas d'autre point limite que le point ∞. Dans ce cas U *est une fonction uniforme de* x. Si nous effectuons le changement de variable $u = U + \frac{1}{y}$, nous voyons que, pour toute valeur de x, *les déterminations de* y *convergeront vers le point* ∞.

» Considérons une telle fonction y, et supposons encore qu'il existe un nombre positif ρ tel que la série $\sum \frac{1}{|y_i(x)|^\rho}$ soit absolument convergente pour toute valeur de x distincte des zéros de $y(x)$. Si cette condition est satisfaite, je dirai que la fonction $y(x)$ est de type fini. Le *type* de y sera égal au plus petit nombre ρ satisfaisant à la condition énoncée.

» Portons spécialement notre attention sur les fonctions y dont les inverses satisfont, elles aussi, à toutes les conditions énoncées et sont de type fini σ. Après avoir pris, s'il le faut, pour nouvelles variables, des puissances convenablement choisies des variables primitives, nous avons toujours le droit de supposer que les *nombres* ρ et σ *sont inférieurs à* 1. Soit $\bar{x}$ un point ordinaire de la fonction y et $\bar{y}_1(x-\bar{x})$, $\bar{y}_2(x-\bar{x})$, ..., les déterminations de y pour une valeur quelconque de $x-\bar{x}$: j'établis que l'on peut trouver une fonction entière de genre zéro, $\varpi(x-\bar{x})$, telle que la fonction de x et y

$$(1) \qquad P(x,y) = \varpi(x-\bar{x}) \prod \left[1 - \frac{y}{\bar{y}_i(x-\bar{x})}\right]$$

soit convergente pour toutes valeurs de x et y et soit entière et de genre *zéro* par rapport à chacune des deux variables x et y prises séparément. La relation (1) représente l'ensemble des branches de la fonction y.

» 2. S'il est aisé de conclure de la distribution des points critiques ξ_i à celle des déterminations $u_i(x)$, la déduction inverse n'est en général pas possible et l'on peut former des relations (1) représentant des fonctions y dont les points critiques convergent vers des points quelconques du plan des x. Il sera donc nécessaire, si l'on veut poursuivre l'étude des fonctions y, de faire des hypothèses particulières sur les relations (1) que nous écrirons

$$\Sigma y^i f_i(x) = 0.$$

» L'hypothèse la plus simple consiste à supposer que les rapports $\frac{f_1}{f_0}$, ...,

$\frac{f_n}{f_0}$, ... sont tous des fonctions rationnelles de zéros croissants. Soit

$$\frac{f_n}{f_0} = \lambda_n \frac{(x - a_{n1}) \ldots (x - a_{n\nu})}{(x - b_{n1}) \ldots (x - b_{n\nu})}.$$

On en déduit $\left(\text{si les zéros de la série } \sum \lambda_n \frac{a_{n1} \ldots a_{n\nu}}{b_{n1} \ldots b_{n\nu}} y^n \text{ ne coïncident pas avec ceux de sa dérivée}\right)$ *que les points critiques de y ne peuvent pas avoir d'autre point limite que le point $x = \infty$.*

» 3. Faisons plus généralement cette hypothèse qu'au voisinage des zéros de $f_0(x)$ de modules arbitrairement grands, les rapports $\frac{f_1}{f_0}, \frac{f_2}{f_0}, \ldots$ et $\frac{f_1'}{f_0'}, \ldots$ conservent tous des valeurs finies [le module de $f_0(x)$ oscillant, dans certaines couronnes, entre e^{x^ρ} et e^{-x^ρ}]. Je démontre qu'en ce cas, quelle que soit la constante c, l'*exposant de convergence de la suite des zéros de $y - c$ est égal à celui de la suite des zéros de y.*

» Cette proposition correspond au théorème fondamental de M. Picard relatif aux zéros des fonctions entières dans le cas où l'on peut dire qu'il n'y a pas de valeur exceptionnelle de la constante c.

» 4. Il existe au contraire des fonctions y pour lesquelles de telles valeurs exceptionnelles se présentent. Sans chercher à déterminer le nombre et la nature de ces exceptions, plaçons-nous dans le cas particulièrement intéressant où y ne s'annule jamais. La fonction $f_0(x)$ se réduit alors à l'unité, et l'on peut faire de la croissance de la plus petite branche de y une théorie analogue à celle de la croissance des fonctions entières.

» Soit ρ le *type* de $y(x)$, c'est-à-dire l'*ordre* des fonctions $f_1(x)$, $f_2(x)$, ... Désignons par $y_1(x)$ la détermination de $y(x)$ dont le module est le plus petit. *On a, à partir d'une certaine valeur de x,*

$$|y_1| > e^{-|x|^{\rho+\varepsilon}},$$

et, pour des valeurs de x indéfiniment croissantes,

$$|y_1| < e^{-|x|^{\rho-\varepsilon}},$$

quelque petit que soit ε.

» Les fonctions y qui ne s'annulent jamais jouissent de cette propriété que l'on peut tracer dans le plan des x autour de l'origine des cercles C de rayons indéfiniment croissants à l'extérieur desquels une infinité de

branches de y sont holomorphes. Ces branches pourront n'avoir dans les cercles C qu'*un nombre fini de points critiques* de plus en plus éloignés, et il existera alors, entre les substitutions correspondant à cet ensemble de points critiques, une relation exprimant que la branche est holomorphe à l'infini. »

PHYSIQUE. — *Polaristrobométrographe ou polarimètre enregistreur faisant périodiquement le point par un mouvement alternatif de l'analyseur.* Note de M. **Gaston Gaillard**, présentée par M. J. Violle.

« Des études sur l'apparition de quelques précipités (¹) et leur temps de formation m'ont conduit à chercher une méthode précise pour la mesure du temps des réactions en général.

» Les variations qu'éprouvent dans ces conditions certaines propriétés optiques m'ont paru pouvoir être utilisées de préférence à toute autre. Déjà M. Hurion (²) a suivi les modifications de l'intensité de la lumière transmise à travers un liquide dans lequel se forme un précipité. Mais les appareils ne m'ont pas semblé pouvoir se prêter aisément à l'enregistrement. L'étude des modifications du pouvoir rotatoire m'a paru plus commode à observer, sans impliquer d'ailleurs que ces modifications correspondent directement à des variations corrélatives de l'état chimique.

» Pour enregistrer ces modifications j'ai imaginé un dispositif qui utilise un cinématographe Gaumont et un polarimètre Laurent à pénombre convenablement modifiés.

» L'appareil cinématographique et le polarimètre sont placés sur un même banc et reliés par un soufflet. L'oculaire du polarimètre a été supprimé. L'objectif du cinématographe est placé après ce dernier et la lame demi-onde immédiatement avant l'analyseur d'une manière analogue à celle adoptée par M. Dongier (³) dans son analyseur à pénombres. Cette disposition permet avec un objectif à très court foyer d'avoir une image plus grande avec un recul moindre, ce qui est commode pour les transmissions mécaniques utilisées dans ce dispositif et permet de réduire les dimensions de l'appareil. Ayant besoin d'avoir un assez grand nombre d'images dans des temps relativement courts, j'ai dû, d'après les résultats obtenus par MM. Chauvin et Ch. Fabre (⁴) dans

(¹) *Société française de Photographie*, 1er avril 1904.
(²) *Comptes rendus*, 22 juin 1891, p. 1431.
(³) *Annales de Physique et de Chimie*, 7e série, t. XIV, p. 448.
(⁴) *Comptes rendus*, 16 nov. 1891, p. 691.

l'application qu'ils ont faite de la Photographie au polarimètre à pénombre, avoir recours à une lumière monochromatique autre que la lumière jaune et plus actinique : j'ai choisi la lumière violette et M. Jobin m'a construit une lame demi-onde pour les rayons violets. La lumière violette pourrait être empruntée à un spectre dont on isolerait la région convenable, mais j'ai trouvé plus simple d'utiliser une source puissante telle que l'arc électrique ou une lampe Nernst de 3 ampères dont je filtrais la lumière à travers un écran coloré constitué par des solutions combinées de violet de gentiane ou de méthyle et d'indigo carmin.

» Le mouvement de l'appareil cinématographique qui est actionné par une dynamo est transmis par une vis tangente à un arbre longeant parallèlement le polarimètre. Sur cet arbre est monté une came dont la rotation imprime un mouvement alternatif à un équipage qui entraîne à la fois l'analyseur et la lame demi-onde, si bien que l'égalité de teinte des deux plages se trouve automatiquement faite à des intervalles réguliers, mais pour des angles différents, si cependant le pouvoir rotatoire de la substance a changé. On peut faire varier l'amplitude du mouvement avec l'excentricité de la came, sa période avec le pas de la vis, et la région du déplacement avec la longueur de la tige qui transmet le mouvement de la came à l'équipage. Le déplacement du demi-disque de quartz, par rapport à un fil azimutal, donne sur chaque image la variation de l'angle dont l'analyseur a tourné pour faire l'égalité de teinte des deux plages.

» On peut ainsi obtenir de 5 à 10 images à la seconde et, comme sur ces séries successives d'un même nombre d'images on peut lire, en même temps que la valeur de l'angle pour laquelle a lieu l'égalité de teinte, le retard ou l'avance de ce point à des intervalles qu'on est libre de choisir, il est ensuite aisé de relever les variations ainsi enregistrées.

» Sans doute le procédé est limité aux substances qui agissent sur la lumière polarisée, mais il offre l'avantage d'enregistrer avec précision les modifications que ces substances subissent dans toutes les conditions qui modifient leurs pouvoirs rotatoires. »

SPECTROSCOPIE. — *Sur les raies satellites dans le spectre du cadmium.* Note de M. Ch. Fabry, présentée par M. Deslandres.

« Dans ses belles études sur les sources de lumière monochromatique, M. Michelson a découvert qu'un certain nombre de raies émises par des vapeurs métalliques ne sont pas simples, mais accompagnées de raies très voisines, ou *satellites*. L'existence de ces raies très voisines constitue une particularité curieuse de l'émission et mérite une étude approfondie. L'observation de ces satellites n'est possible que sur des raies fines, comme celles que donnent les vapeurs métalliques à faible pression, illuminées

par décharge électrique; elle exige un appareil spectroscopique à très grand pouvoir de définition; la méthode des franges de lames argentées (¹) se prête bien à cette étude, en employant, comme appareil interférentiel soit l'interféromètre (²) soit des appareils à différence de marche fixe (étalons d'épaisseur) (³).

» Les résultats qui suivent se rapportent surtout à la raie 508,6 du cadmium.

» Lorsque de la vapeur de ce métal est illuminée par le courant électrique amené par des électrodes d'aluminium (tube de Michelson), cette raie se présente comme un doublet, formé de deux raies très inégales, la plus brillante ayant la plus grande longueur d'onde.

» M. Hamy a observé la même raie avec un tube sans électrode (⁴), et la trouve composée de trois raies dont les intensités peuvent, dans certains cas, devenir égales. J'ai vérifié la parfaite exactitude des résultats de M. Hamy, et j'ai mesuré les intervalles qui séparent les trois raies. En les numérotant 1, 2, 3, dans l'ordre des longueurs d'onde croissantes, je trouve que l'intervalle 1-2 est $0^{\mu\mu},0024$ tandis que l'intervalle 2-3 est $0^{\mu\mu},0076$; on peut donc dire avec M. Hamy que cette raie se compose d'un doublet (raies 1 et 2) et d'une raie isolée (raie 3).

» Comparant les radiations émises par le tube sans électrodes et par le tube de Michelson, j'ai trouvé que les raies émises par ce dernier sont identiques avec les raies 1 et 2 du premier.

» On est donc en présence du fait suivant : le tube sans électrode donne les raies 1, 2, 3, avec des intensités comparables; le tube avec électrodes donne la raie 2 très intense, la raie 1 faible, tandis que la raie 3 est absente. Dans l'un comme dans l'autre cas, le mode d'alimentation électrique influe peu sur la constitution de la raie. On peut, sans constater aucun changement, illuminer le tube sans électrode par du courant alternatif à haute tension, fourni par un transformateur industriel. Le tube avec électrodes peut être illuminé par la décharge brusque d'un condensateur; les raies s'élargissent, la raie 1 devient peut-être un peu plus brillante, mais reste bien inférieure à la raie 2, et la raie 3 n'apparaît pas. Il ne semble donc pas que la différence de constitution de la raie soit attribuable à une différence dans les propriétés électriques des deux appareils.

» D'autre part, M. Hamy a constaté qu'une trace d'air restant dans un tube sans électrode affaiblit ou fait disparaître les satellites. On vérifie nettement ce fait en examinant le tube pendant qu'il est encore relié à la

---

(¹) Fabry et Perot, *Théorie et applications d'une nouvelle méthode de spectroscopie interférentielle* (*Annales de Chimie et de Physique*, 7ᵉ série, t. XVI).

(²) *Ibid.*, 7ᵉ série, t. XXII, 1901.

(³) *Ibid.*, 7ᵉ série, t. XXV, 1902.

(⁴) Hamy, *Comptes rendus*, t. CXXX, 1900, p. 700.

trompe à vide; au début de l'opération, les raies 1 et 3 sont très faibles; leur éclat augmente progressivement à mesure que le vide devient plus parfait, et les trois raies finissent par prendre la même intensité. La moindre rentrée d'air affaiblit de nouveau ou fait disparaître les raies 1 et 3.

» J'ai alors cherché si, comme le pense M. Hamy, l'absence ou la faiblesse des satellites dans un tube avec électrodes provient de la difficulté de faire un vide parfait, à cause des gaz dégagés par les électrodes. Pour essayer de vérifier cette hypothèse, j'ai vidé le mieux possible un tube à électrodes d'aluminium; je suis arrivé à obtenir un vide assez parfait pour que la décharge d'une bobine d'induction ne puisse pas traverser le tube au-dessous de 200°. Je n'ai cependant pas obtenu la raie 3 autrement qu'à l'état de faible trace. Il faut toutefois remarquer que les électrodes se pulvérisent toujours plus ou moins, et que ce phénomène a pour effet d'introduire dans la masse gazeuse des particules étrangères, et sans doute aussi des gaz occlus dans le métal.

» Pour m'affranchir de cette difficulté j'ai construit un tube dans lequel les électrodes étaient constituées par du cadmium en fusion. En le vidant dans les meilleures conditions possibles, j'ai pu faire produire à ce tube un rayonnement identique à celui d'un tube sans électrode. En particulier, la raie 508 montrait le triplet de M. Hamy, avec des intensités de raies comparables entre elles. L'expérience ne réussit qu'à la condition de continuer à faire le vide pendant qu'on examine le spectre; si le tube est détaché de la trompe, il y a dégagement d'une trace de gaz, à cause sans doute d'une action du cadmium fondu sur le verre, et l'on retrouve le spectre des tubes ordinaires de Michelson; après refroidissement, le passage de la décharge accuse la présence d'un peu d'hydrogène.

» La raie bleue (480), émise par un tube sans électrode, présente aussi des satellites très intenses, qui donnent lieu à des phénomènes analogues à ceux qu'on vient de décrire.

» *En résumé,* la condition nécessaire pour l'apparition intense des satellites est une pureté absolue du gaz lumineux.

» Il est intéressant de rapprocher ce fait du phénomène si remarquable découvert récemment par M. Bouty en étudiant la rigidité diélectrique de l'argon : cette propriété est complètement modifiée par une trace de gaz étranger, en même temps que le spectre se trouve privé de certaines raies qui ne sont émises que par un gaz rigoureusement pur. »

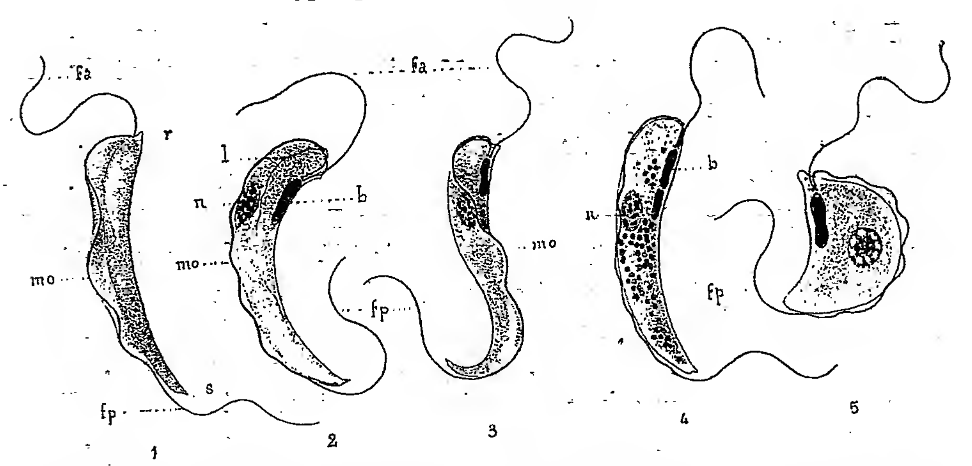
ZOOLOGIE. — *Sur la structure et les affinités des Trypanoplasmes.* Note de M. **Louis Léger**, présentée par M. Alfred Giard.

« L'étude cytologique du Trypanoplasme des Vairons, d'après des préparations colorées par les méthodes de Laveran ou de Giemsa, m'a conduit

à une interprétation différente de celle qui a été donnée jusqu'ici pour les espèces du même genre.

» Le blépharoplaste apparaît sous la forme d'un corps allongé coloré en violet situé du côté concave ou ventral à une faible distance de l'extrémité antérieure (*b*, *fig.* 2 à 5). Dans les stades que j'ai observés, sa structure m'a paru homogène. Le blépharoplaste est parfois étiré en une baguette qui s'étend jusqu'au voisinage du noyau. Dans quelques individus on en observe deux (*b*, *fig.* 4) et même trois, placés bout à bout comme s'ils provenaient d'une division transversale d'un blépharoplaste allongé.

Trypanoplasma du Phoxinus lævis Agass.



1, dessiné vivant. — 2 à 5, coloré au Giemsa. — *fa*, fouet antérieur. — *fp*, fouet postérieur. — *r*, rostre. — S, mucron postérieur. — *mo*, membrane ondulante. — *l*, myonème latéral. — *n*, noyau. — *b*, blépharoplaste.

» En avant du blépharoplaste se trouve un diplosome dont l'un des grains est en relation avec la racine du fouet antérieur (*fa*) et l'autre avec la racine du fouet postérieur (*fp*). On peut suivre ce dernier avec la plus grande netteté sur tout son parcours. On le voit d'abord contourner la région dorsale antérieure du corps, longer la membrane ondulante (*mo*), puis devenir libre à son extrémité (*fp*, *fig.* 2, 3, 4 et 5). En outre, chez certains individus, de fortes imprégnations montrent de chaque côté du corps un petit filament à peine ondulé, qui prend également son origine au niveau du diplosome et se dirige obliquement d'avant en arrière vers la face ventrale pour se rejoindre dans la région postérieure avec celui du côté opposé (*l*, *fig.* 2). Je pense qu'il s'agit là de myonèmes superficiels provoquant les brusques mouvements en arc du Trypanoplasme.

» Le noyau coloré en rouge est situé du côté convexe ou dorsal du corps (*n*, *fig.* 2 à 5); souvent, il paraît même en partie placé dans la membrane ondulante. Dans les individus allongés et clairs sa forme est étirée comme celle du blépharoplaste (*n*, *fig.* 2); mais dans beaucoup d'autres, il est ovoïde (*fig.* 4) parfois même à contour circulaire (*fig.* 5). Dans ces deux derniers cas, il quitte ordinairement sa position marginale

pour devenir central. A son intérieur, la chromatine est souvent répartie en huit chromosomes en forme d'haltères (*fig.* 4), baignant dans un suc clair ou bien en seize grains plus petits. Dans certaines formes massives, les huit chromosomes prennent une disposition radiée autour d'un amas chromatique central (*fig.* 5). J'ai parfois observé des individus à deux noyaux, mais rarement.

» Le cytoplasme est généralement coloré en bleu pâle, surtout dans la région ventrale, mais chez quelques formes massives il se colore exclusivement en rose pâle. Il s'agit là d'une différence sexuelle, et je reviendrai sur ce point dans un Mémoire détaillé. Certains individus de grande taille renferment de nombreuses sphérules assez grosses vivement colorées en violet (*fig.* 4).

» *En résumé*, la structure du Trypanoplasme des Vairons montre, contrairement à l'opinion de Laveran et Mesnil, que le corps situé du côté concave n'est pas le noyau, mais le blépharoplaste qui est ici nettement différencié; que les deux fouets partent d'un même pôle de cet élément et que l'extrémité qu'ils considèrent comme postérieure est, en réalité, l'antérieure. Le *Trypanoplasma* n'est donc pas un Flagellé bipolaire et il ne peut par conséquent constituer le type primitif, le *Urhæmoflagellat* que Schaudinn ([1]) croyait qu'il réalisait en considérant avec ces auteurs les deux fouets comme naissant respectivement aux deux pôles opposés d'un blépharoplaste qui est, en réalité, le noyau, et sur lequel il a basé, d'après les recherches de Prowazek ([2]), une ingénieuse interprétation des *Herpetomonas*. L'hémoflagellé primitif de Schaudinn reste donc à trouver.

» Il n'est pas sans intérêt de faire remarquer que le *Trypanoplasma* tel que je viens de le faire connaître est un organisme semblable morphologiquement au Flagellé signalé par Poche dans les Siphonophores et dont Schaudinn vient de nous donner une exacte et rapide esquisse d'après l'étude de Keysselitz. Le *Trypanoplasma* n'est pas non plus sans présenter une certaine analogie avec le *Trichomonas* tel que nous l'ont décrit Laveran et Mesnil (*Comptes rendus*, 15 juillet 1901). On peut le considérer comme un *Trichomonas* allongé avec un seul cil antérieur au lieu de trois. D'autre part, la grande ressemblance des Trypanoplasmes et des Trypanosomes et l'homologie probable de la membrane ondulante dans ces deux types me porte à considérer ces derniers comme des Trypanoplasmes ayant perdu leur fouet antérieur sensitif.

([1]) SCHAUDINN, *Generations- und Wirtswechsel bei Trypanosoma und Spirochæte* (*Arb. a. d. Kais. Gesundheitsamte*, t. XX, f. 3, 1904).

([2]) PROWAZEK, *Die Entwicklung von Herpetomonas* (*Arb. a. d. Kais. Gesundheitsamte*, t. XX, f. 3, 1904).

» Pour terminer, je noterai que d'autres espèces de Trypanoplasmes que j'ai observées dans divers Cyprinides et que j'étudierai plus tard en détail présentent exactement la même structure fondamentale que celle que je viens de faire connaître. »

GÉOLOGIE. — *Sur les anomalies de la gravité et les bradysismes dans la région orientale de l'Etna.* Note de M. **Gaetano Platania**, présentée par M. de Lapparent.

« M. de Lapparent, dans sa Communication « Sur la signification géologique des anomalies de la gravité (¹) », à propos des études de M. le professeur Ricco sur la détermination de la gravité en Sicile, énonce l'hypothèse que les anomalies de la gravité sont dues aux dislocations de la croûte terrestre, et il écrit : « Ce n'est donc pas parce qu'on passe du » domaine terrestre au domaine maritime que l'anomalie s'accroît. C'est » parce qu'on se trouve sur une région particulière de dislocation, au contact de deux compartiments, dont l'un s'affaisse et, par conséquent, doit » se comprimer en s'écrasant, tandis que l'autre, ou bien demeure stable, » ou s'élève ».

» A l'appui de cette géniale hypothèse, je ferai remarquer que la région orientale de l'Etna, où les variations de la gravité sont à la fois les plus brusques et les plus remarquables, n'est pas seulement sujette à des manifestations sismiques fréquentes, qui sont souvent tout à fait locales, mais qu'elle est aussi sillonnée par de profondes fissures du sol (Macchia, San Leonardello, etc.); et pendant qu'une partie s'élève (Acireale, Aci-Castello), l'autre s'affaisse (Torre d'Archicafi, Riposto).

» Le *soulèvement* récent de la partie méridionale est démontré par les incrustations calcaires de fraîche date qu'on observe sur la petite île d'Aci-Trezza, sur les îlots basaltiques et sur la côte d'Aci-Castello et d'Acireale, incrustations qui sont à 13^m ou 14^m au-dessus du niveau de la mer (²). De plus, à côté du rocher basaltique d'Aci-Castello, j'ai observé deux grottes formées par la lave de 1169 à son contact avec la mer, et dans ces grottes les incrustations coralligènes, renfermant des coquilles,

---

(¹) *Comptes rendus*, 23 novembre 1903.

(²) Ch. Lyell, *On lavas consolidated on steep slopes* (*Philosophical transactions*, 1858, p. 703). — Gaetano Gemmellaro, *Atti dell' Accademia Gioenia di Catania*, 1859.

atteignent déjà l'altitude de $5^m,40$. Nous avons donc une émersion historique qui, de l'année 1169 à nos jours, a été, en moyenne, de $0^m,75$ par an (1).

» La côte, depuis Torre d'Archirafi jusqu'à Riposto, atteste au contraire un affaissement récent, qui se poursuit encore et qui paraît s'étendre du pied de la falaise d'Acireale jusqu'à toute la plaine alluvionnaire autour de Giarre; il est limité vers l'ouest par les fractures de Macchia près de Giarre, se prolongeant au delà de San Leonardello vers Acireale. En effet, il y a, sur ce rivage, des rochers qui émergeaient et qui maintenant sont noyés; en outre il y a des traces de routes et d'anciens bâtiments ensevelis dans la mer, le long de la côte de Riposto.

» On peut encore observer, au milieu des ruines submergées de la tour d'Archirafi (qui fut certainement bâtie au-dessus du niveau de la mer au XIVe siècle), les traces d'un puits creusé pour puiser de l'eau douce qui, dans toutes ces couches alluvionnaires, forme une nappe peu élevée au-dessus du niveau de la mer.

» Or, tandis qu'à Acireale (où il y a soulèvement) la gravité présente une anomalie positive de 143 unités décimales du cinquième ordre (la valeur de l'accélération étant donnée en mètres), à Giarre (où il y a affaissement) on descend brusquement à 76 unités. Il y a donc une différence de 67 unités. Cela me conduit à admettre que le soulèvement d'Acireale et d'Aci-Castello est dû à la compression engendrée par un fort tassement de la croûte terrestre qui se produit au-dessous, tassement qui serait la cause du remarquable accroissement de la gravité.

» L'affaissement de Giarre et Riposto pourrait être attribué à un lent remaniement des matériaux détritiques des alluvions, remaniement semblable à celui que les forces endogènes, les eaux, et peut-être même les glaciers ont effectué dans le Val del Bove. »

GÉOLOGIE. — *Sur la constitution géologique du massif du Khakhadian (Soudan occidental).* Note de M. H. ARSANDAUX, présentée par M. A. Lacroix.

« Le massif du Khakhadian est situé au centre du Bambouck, région limitée par le haut Sénégal à l'est et par la Falémé à l'ouest. Le milieu de ce massif est constitué par des montagnes abruptes de 700^m à 800^m; des

(1) La côte d'Aci-Castello, comme celle de Pouzzoles, a été sujette à des bradysismes alternatifs. Cela est attesté par les tombeaux de l'époque Sicule dans l'île d'Aci-Trezza; ils devaient être en partie submergés en 1169, avant le soulèvement, de $5^m,40$ [V.-G. PLATANIA, *Aci-Castello, ricerche geologiche e vulcanologiche* (*Memorie della R. Accademia di Acireale*, 1904)].

hauteurs de moindre altitude les entourent, affectant la forme de tables, si fréquente dans l'Afrique occidentale; certaines d'entre elles forment de véritables plateaux. Le revêtement superficiel de toutes les hauteurs consiste en un épais conglomérat rouge brun, très résistant, de roches quartzeuses, cimentées par une argile ferrugineuse. Le même conglomérat s'observe sur les flancs et se prolonge en diminuant graduellement d'épaisseur jusqu'aux parties basses et planes du pays où elles font place à un limon argileux.

» On voit émerger de ce limon de grandes masses de granite et des affleurements limités de roches éruptives et sédimentaires plus ou moins feuilletées, suivant une direction N.-W.-S.-E. La discontinuité de ces affleurements, toujours constitués par un type pétrographique unique, ne permet pas de démêler les relations stratigraphiques de ces différentes roches les unes avec les autres. Elles peuvent être suivies cependant jusqu'au point où elles disparaissent sous le conglomérat; parfois, une érosion locale ou un puits indigène d'exploitation aurifère permettent de retrouver sous celui-ci la roche de la plaine avec tous ses caractères structurels, mais dans un complet état de décomposition latéritique.

» J'ai particulièrement étudié le voisinage des anciennes mines d'or de Kénieba. Les affleurements s'y groupent en deux séries, placées sur le prolongement l'une de l'autre et entre lesquelles il est possible de relever de remarquables analogies et quelques différences.

» La première de ces séries est traversée par le chemin du village de Lally (rive droite de la Falémé) à Kénieba; la seconde se trouve sur l'emplacement des mines.

» Les roches de la série de Lally se succèdent dans l'ordre suivant : 1° un quartzite vert clair non fossilifère, qui, à Lally, forme le barrage de la Falémé; 2° une porphyrite micacée à andésine; 3° une porphyrite andésitique à amphibole; 4° un tuf andésitique; 5° un microgranite; 6° une porphyrite andésitique à amphibole; 7° un microgranite; 8° un quartzite feldspathisé (métamorphisme de contact du granite).

» Les porphyrites ont conservé *extérieurement* leur structure originelle, mais en réalité elles sont profondément altérées; leurs phénocristaux, malgré la netteté de leurs formes, sont en partie transformés en micas, chlorites, épidotes, amphiboles. Quant à la pâte de second temps, elle est méconnaissable, ne renfermant plus que quelques microlites de plagioclases acides, noyés au milieu de quartz, de biotite, de chlorite et d'épidote secondaires.

» Le tuf andésitique est une roche rubanée, dans laquelle des fragments d'une andésite leucocrate (microlitique ou sphérolitique), bien conservée, sont entourés par du quartz et de la séricite, en traînées étirées. Cette roche, très laminée, renferme de nombreux grands cristaux de plagioclases acides, dont les formes sont si intactes que l'on ne peut douter que leur cristallisation ne soit postérieure aux actions dynamiques.

» Les microgranites sont pauvres en éléments colorés; des phénocristaux d'orthose, d'oligoclase et de quartz y sont distribués en quantité variable dans une pâte microgrenue de quartz et d'orthose; ils passent, d'une part, à des microgranulites et, de l'autre, à des granites à grains fins.

» Dans la série de Kénieba, toutes les roches sont plus nettement schisteuses que dans la précédente. Les microgranites se chargent de biotite, de hornblende et de sphène; ces variations de composition minéralogique sont en rapport avec celle du granite de Farabana, situé non loin. De nombreux blocs de ce même granite à amphibole se trouvent à la surface du sol à Kénieba, où ils résultent sans doute du démantèlement d'un gisement en place.

» Sur le prolongement du tuf andésitique de la première série, j'ai observé une roche schisteuse, qui n'en diffère guère par ses caractères extérieurs, mais qui, au microscope, se montre dépourvue de débris andésitiques; elle constitue vraisemblablement l'équivalent complètement métamorphisé de ce tuf. Quant aux roches que l'on rencontre sur l'alignement des porphyrites à amphibole de Lally, ce sont des schistes amphiboliques. Il n'est guère douteux qu'il ne faille les considérer comme le terme ultime de la transformation de ces roches; ils sont, en effet, uniquement formés par les minéraux observés dans celles-ci à l'état secondaire, mais avec disparition de la structure originelle et cristallisation à plus larges éléments. L'absence complète de schistes cristallins dans la partie du Bambouck que j'ai parcourue ne permet pas de leur attribuer une autre origine.

» Dans les mines de Kénieba, ces roches amphiboliques sont riches en pyrite aurifère; à leur voisinage, *et là seulement,* les microgranites en renferment également.

» Je n'ai trouvé dans toute l'étendue du massif de Khakhadian que des roches semblables à celles qui viennent d'être décrites; sur le flanc oriental de celui-ci, toutefois, les microgranites sont traversés par des filons de diabases ouralitisées.

» *En résumé,* cette région africaine est constituée par des roches sédimentaires d'âge indéterminé mais vraisemblablement ancien, renfermant des intercalations de tufs andésitiques d'origine volcanique; elles sont traversées par des roches éruptives de nature variée, et en particulier par du granite qui les a métamorphisées. Toutes ces roches, à l'exception du granite, portent l'empreinte de puissantes actions mécaniques, à la suite desquelles certaines d'entre elles, les plus basiques, ont été transformées en schistes amphiboliques offrant l'aspect de schistes cristallins. »

CHIMIE PHYSIOLOGIQUE. — *Sur l'origine du lactose. Recherches urologiques chez la femme enceinte.* Note de MM. **Ch. Porcher** et **Commandeur**, présentée par M. A. Chauveau.

« Dans une Note précédente présentée par l'un de nous et visant des recherches entreprises sur des chèvres dont on avait extirpé les glandes

mammaires, deux faits ont pu être mis en relief au moment du part chez ces animaux.

» 1° L'accouchement détermine chez les chèvres une glucosurie intense. Celle-ci est due à ce que le glucose, produit en excès, n'a pu être transformé en lactose, le tissu mammaire faisant défaut; par suite, ce sucre a été éliminé par la voie rénale.

» 2° L'accouchement, en provoquant la mise en activité de la mamelle, engendre par cela même chez celle-ci la propriété de transformer le glucose en lactose. Il en résulte que si cette glande vient à manquer, la transformation ne peut avoir lieu.

» Cette dernière proposition, non directement visée dans la Note précédente, peut en être considérée comme une conséquence *a posteriori*.

» Les deux actes physiologiques qui conduisent à l'obtention du sucre de lait : surproduction de glucose et transformation ultérieure de ce dernier en lactose, bien qu'ayant entre eux une certaine dépendance, peuvent ne pas apparaître simultanément; c'est ainsi que la surproduction de glucose peut précéder le moment de plein fonctionnement de la glande, lequel est déterminé par l'accouchement.

» Dans ce cas, la glande n'étant pas encore prête pour transformer en lactose le glucose surabondamment jeté dans la circulation, avant la délivrance, ce dernier sucre sera éliminé en partie par les reins, d'où glucosurie. Nous avons ainsi la clef de certaines observations faites chez la femme enceinte et qu'on a rattachées, à tort selon nous, au diabète sucré.

» Avec Rossa ([1]), nous établirons dans les cas de diabète sucré chez la femme enceinte deux groupes bien distincts :

» 1° La grossesse survient chez des femmes déjà diabétiques; c'est là une complication grave, mais rare de la gravidité, la conception étant difficilement réalisable sur un terrain diabétique. On a affaire ici au diabète vrai qui se termine par la mort, l'avortement ou l'accouchement prématuré.

» 2° Cas légers bénins, n'ayant aucun retentissement sur la grossesse qui suit très régulièrement son cours. Ici symptomatologiquement on ne constate que de la glucosurie dont le taux n'est jamais élevé; pas de polydypsie, pas de polyurie comme dans les cas précédents; les urines ont leur densité normale.

» C'est à ce dernier groupe que se rattachent nos huit observations de glucosurie *ante partum* à laquelle nous nous refusons de donner l'appellation de *diabète sucré*.

» Il s'agit là, en effet, d'une glucosurie normale conséquence d'une uti-

---

([1]) *Traubenzucker, im Harn und Fruchtwasser* (*Centralb. für Gynäkol.*, n° 25, 20 juin 1896, p. 657).

lisation incomplète d'un excès de glucose déversé dans la circulation par le foie avant l'accouchement, c'est-à-dire avant le moment où le sein n'est pas encore entièrement prêt à transformer le glucose en lactose.

» Voici un court résumé de nos observations :

A.	29 octobre 1903...	$2^{g},75$ glucose (au lit.).
	30 »	Accouchement.
	31 »	$2^{g},40$ lactose.
C.	4 mars 1903.....	$6^{g},30$ glucose.
	17 »	Accouchement.
	21 »	$10^{g},50$ lactose.
E.	10 novemb. 1903..	$7^{g},80$ glucose.
	27 » ..	$7^{g},60$ glucose.
	5 décemb. 1903..	Accouchement.
	19 » ..	$3^{g},25$ lactose.
G.	19 décemb. 1903..	$4^{g},08$ glucose.
	3 janvier 1904...	$4^{g},83$ glucose.
	9 » ...	Accouchement.
	12 » ...	$3^{g},25$ lactose.
B.	29 octobre 1903...	$1^{g},56$ glucose (au lit.).
	20 novemb. 1903...	$1^{g},52$ glucose.
	21 »	Accouchement.
	23 » ..	$2^{g},68$ lactose.
D.	2 mars 1903	4^{g} glucose.
	17 »	Accouchement.
	21 »	$12^{g},25$ lactose.
F.	9 décemb. 1903..	$6^{g},84$ glucose.
	16 » ...	$6^{g},81$ glucose.
	29 » ..	$15^{g},63$ glucose.
	30 »	Accouchement.
	31 » ...	$1^{g},86$ lactose.
H.	29 décemb. 1903..	$2^{g},12$ glucose.
	8 janvier 1904...	Accouchement.
	10 » ...	$2^{g},31$ lactose.

» Les femmes A, B, C, E étaient primipares, les femmes D, F, G, H, multipares.

» Un point nouveau se détache de ce Tableau : c'est la corrélation étroite qui existe entre l'accouchement et le fait de la transformation du glucose en lactose. L'urine, avant la délivrance, renferme du glucose, qui disparaît pour faire place au lactose.

» S'il était permis d'observer une grande activité de la mamelle avant l'accouchement, ce n'est pas à la glucosurie physiologique dont nous venons de parler qu'on aurait affaire, mais bien à de la lactosurie.

» C'est d'ailleurs ce qui se passe chez les vaches qui ont les mamelles encore assez actives, même au moment de mettre bas ; aussi n'observe-t-on avec elles que de la lactosurie qui peut atteindre jusqu'à près de 12^{g} de sucre de lait par litre (1).

» Nous terminerons en faisant remarquer que vers la fin de la grossesse, peu de jours avant l'accouchement, dans l'urine des femmes qui présentent de la glucosurie *ante partum*, on rencontre toujours, à côté du glu-

(1) Ch. Porcher et P. Leblanc, *De la lactosurie chez les femelles au moment du part* (*Bull. de la Soc. cent. de Méd. vét.*, 24 juillet 1902).

cose, des traces de lactose, dont la présence est très régulière. Le sein, à ce moment, en effet, n'est pas complètement inactif et la sécrétion colostrale est là pour indiquer qu'il y a une fonction qui s'établit. La mamelle peut donc suffire à transformer en lactose un peu de glucose, mais son activité n'est pas telle qu'elle soit capable d'opérer la même transformation sur une grande quantité de glucose; ce n'est qu'après l'accouchement, lorsqu'elle sera en plein fonctionnement, qu'elle pourra pratiquer cette transformation sur tout le glucose qui viendra à traverser le parenchyme mammaire. »

PHYSIOLOGIE PATHOLOGIQUE. — *Sur l'origine des précipitines.* Note de MM. **R. Kraus** et **C. Levaditi**, présentée par M. Roux.

« Cette Note se rapporte à une étude plus complète concernant le rôle des leucocytes dans la défense de l'organisme contre ceux des poisons solubles qui ont une analogie étroite avec les toxines microbiennes.

» Suivant la théorie de Metchnikoff, les globules blancs englobent non seulement des corps solides, microbes ou cellules, mais aussi les toxines bactériennes. A l'heure actuelle, en dehors des constatations de Besredka et Calmette, ayant trait à l'absorption des poisons chimiques par les leucocytes (arsenic, atropine), il n'existe pas d'expériences qui démontrent d'une façon rigoureuse l'intervention de ces leucocytes dans la résorption des toxines. Nous nous sommes proposé de combler cette lacune et, pour ce faire, nous nous sommes adressés, non pas aux toxines proprement dites, mais aux principes protéiques d'origine animale. On sait que certains de ces principes, en particulier le sérum sanguin, sont toxiques pour un organisme d'espèce étrangère. Aussi a-t-on admis que, dans la molécule constitutive de ces principes, il existe, en dehors des groupements immunisants (précipitogènes ou antigènes) des groupes toxophores rigoureusement spécifiques (Kraus et Hernberg).

» Comment se comportent les globules blancs à l'égard des matières protéiques d'espèce étrangère? Le sort de ces matières peut être précisé à l'aide de la réaction des précipitines. On peut rechercher, d'une part, si ces leucocytes absorbent le groupement précipitogène des substances albuminoïdes, et d'autre part, si les globules blancs engendrent, après cette absorption, des précipitines spécifiques.

» Pour ce qui concerne le premier point, nous avons observé que l'injection intrapéritonéale de l'albumine d'œuf, du vitellus, ou du sérum de chèvre, pratiquée chez le cobaye, est rapidement suivie d'une leucocytose locale. Sans insister ici sur la morphologie de cette leucocytose, nous mentionnerons que peu de temps après l'injection les globules blancs de la lymphe péritonéale vont se loger dans l'épiploon, en particulier dans les vaisseaux lymphatiques de cette membrane. Cette leucocytose est intimement liée à la résorption des matières protéiques injectées; en effet, l'introduction d'une émulsion de jaune d'œuf dans le péritoine montre que les corpuscules de vitellus sont rapidement englobés par les macrophages, qui assurent d'une façon exclusive la résorption de ces corpuscules.

» D'un autre côté, nous avons recherché si les leucocytes qui assimilent les principes albuminoïdes sont également capables de fabriquer des précipitines spécifiques. Nous avons injecté, dans la cavité péritonéale des lapins, du sérum de chèvre et de l'albumine d'œuf (20^{cm^3}) et nous avons mesuré, à des intervalles variables, le pouvoir précipitant du sérum et des extraits d'organes (foie, rein, rate, moelle osseuse, ganglions lymphatiques, épiploon) (¹) : comme l'avaient fait dans des expériences antérieures Pfeiffer et Marx, Wassermann, Deutsch (ambocepteurs bactériolytiques).

» Les résultats fournis par cette première série de recherches, n'ont pas été suffisamment démonstratifs, pour le motif que certains extraits d'organes provenant d'animaux neufs, sont précipitants à l'égard des albuminoïdes employées (²). Pour trancher la question, il fallait s'adresser à une matière protéique ne possédant pas cette qualité, telle que le sérum de cheval par exemple. Or les expériences entreprises avec ce sérum nous ont montré que, *de tous les organes étudiés, seul l'épiploon des organismes immunisés fournit des extraits capables de précipiter d'une facon intense le sérum de cheval* (³), *cela à un moment où le sérum de l'animal préparé n'est nullement précipitant.*

» Si l'on tient compte du fait que l'épiploon est l'endroit où se réfugient les globules blancs qui ont absorbé les albuminoïdes introduites dans le péritoine, on peut conclure que *ces globules blancs fabriquent des précipitines et qu'ils sont vraisemblablement une source principale de ces anticorps.*

» Ces expériences permettent, de plus, d'interpréter d'une façon différente les recherches de Rœmer et de von Dungern, concernant la production locale des anticorps. »

(¹) Les organes, finement triturés avec de la poudre de verre, étaient suspendus dans de l'eau salée, maintenus pendant 2 heures à 30°, et filtrés à travers le papier filtre (1 partie d'organe pour 10 parties d'eau physiologique).

(²) L'étude de ces précipitines normales fera le sujet d'un autre travail.

(³) Cette propriété apparaît très tôt après l'injection (24 heures); elle est très marquée, puisque 0,5 d'extrait précipite d'une façon apparente 0,5 de sérum de cheval.

M. F. Bouffé adresse une Note « Sur certaines altérations hépatiques comme cause des psoriasis rebelles ».

La séance est levée à 4 heures.

G. D.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

Ouvrages reçus dans la séance du 29 février 1904.

(Suite.)

Teoria geometrica de las lineas alabeadas y de las superficies desarrollables, por Eduardo Torroja y Caballé. Madrid, imp. Fortanet, 1904; 1 vol. in-4°. (Hommage de l'auteur.)

Supplément au calcul des hautes colonnes, par Albert Leuschner; p. 25-27. Mines de Mizarrella (Espagne); 2 fol. in-12.

Annuario della R. Accademia dei Lincei, 1904, CCCI della sua fondazione. Rome, V. Salvincci, 1904; 1 vol. in-18.

Les infections à trypanosomes au Congo chez l'homme et les animaux. Communication préliminaire, par A. Broden. (Laboratoire de Bactériologie de la Société d'études coloniales à Léopoldville. État du Congo.) Bruxelles, Imprimerie nouvelle, 1904; 1 fasc. in-8°.

L'État indépendant du Congo. Documents sur le pays et ses habitants : Voies et moyens de communication. (Annexe aux *Annales du Musée du Congo*. Ethnographie et Anthropologie; série IV, fasc. IV.) Bruxelles, 1904; 1 fasc. in-f°.

The Atoll of Funafuti. Borings into a coral reef and the results. Being the Report of the Coral reef Committee of the Royal Society. Text and maps. Londres, Harrison et fils, 1904; 1 vol. et un étui à cartes in-4°.

U. S. Department of Agriculture. Field operations of the Bureau of Soils, 1902; fourth Report; text and maps. Washington, 1903; 1 vol. et un étui à cartes in-8°.

Journal of the Royal microscopical Society, containing its transactions and proceedings and a summary of current researches relating to zoology and botany, microscopy, etc., edited by R.-G. Hebb; 1904, part I. Londres, Williams et Norgate; 1 fasc. in-8°.

The Quarterly Journal of the Geological Society; vol. LX, part 1, 1904. Londres, Longmans, Green et Cie; 1 fasc. in-8°.

The University of Colorado studies; vol. I, number 4. Boulder, Colo., 1904; 1 fasc. in-8°.

Communicaçoes da Commissao do Servicio geologico de Portugal; t. V, fasc. 1. Lisbonne, 1903; 1 vol. in-8°.

Zeitschrift des Mährischen Landesmuseums, herausgegeb. v. der Mährischen Museumsgesellschaft; Bd. IV, Heft 1. Brunn, Rudolf-M. Rohrer, 1904; 1 fasc. in-8°.

ERRATA.

(Séance du 28 mars 1904.)

Note de M. *A. Lacroix,* Sur la production des roches quartzifères au cours de l'éruption actuelle de la Montagne Pelée :

Page 797, à la suite du mot *toutes* de la dernière phrase, *ajoutez :* , qui, lui cependant, s'est certainement consolidé en profondeur. »

N° 14.

TABLE DES ARTICLES. (Séance du 5 avril 1904.)

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS
DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

CORRESPONDANCE.

PARIS. — IMPRIMERIE GAUTHIER-VILLARS,
Quai des Grands-Augustins, 55.

Le Gérant : Gauthier-Villars.



1904

PREMIER SEMESTRE.

—

COMPTES RENDUS

HEBDOMADAIRES

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES

PAR MM. LES SECRÉTAIRES PERPÉTUELS.

TOME CXXXVIII.

N° 15 (11 Avril 1904).

PARIS,

GAUTHIER-VILLARS, IMPRIMEUR-LIBRAIRE

DES COMPTES RENDUS DES SÉANCES DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES,

Quai des Grands-Augustins, 55.

—

1904

RÈGLEMENT RELATIF AUX COMPTES RENDUS,

ADOPTÉ DANS LES SÉANCES DES 23 JUIN 1862 ET 24 MAI 1875.

Les *Comptes rendus hebdomadaires des séances de l'Académie* se composent des extraits des travaux de ses Membres et de l'analyse des Mémoires ou Notes présentés par des savants étrangers à l'Académie.

Chaque cahier ou numéro des *Comptes rendus* a 48 pages ou 6 feuilles en moyenne.

26 numéros composent un volume.

Il y a deux volumes par année.

ARTICLE 1er. — *Impression des travaux de l'Académie.*

Les extraits des Mémoires présentés par un Membre ou par un Associé étranger de l'Académie comprennent au plus 6 pages par numéro.

Un Membre de l'Académie ne peut donner aux *Comptes rendus* plus de 50 pages par année.

Les communications verbales ne sont mentionnées dans les *Comptes rendus*, qu'autant qu'une rédaction écrite par leur auteur a été remise, séance tenante, aux Secrétaires.

Les Rapports ordinaires sont soumis à la même limite que les Mémoires; mais ils ne sont pas compris dans les 50 pages accordées à chaque Membre.

Les Rapports et Instructions demandés par le Gouvernement sont imprimés en entier.

Les extraits des Mémoires lus ou communiqués par les correspondants de l'Académie comprennent au plus 4 pages par numéro.

Un Correspondant de l'Académie ne peut donner plus de 32 pages par année.

Dans les *Comptes rendus*, on ne reproduit pas les discussions verbales qui s'élèvent dans le sein de l'Académie; cependant, si les Membres qui y ont pris part désirent qu'il en soit fait mention, ils doivent rédiger, séance tenante, des Notes sommaires, dont ils donnent lecture à l'Académie avant de les remettre au Bureau. L'impression de ces Notes ne préjudicie en rien aux droits qu'ont ces Membres de lire, dans les séances suivantes, des Notes ou Mémoires sur l'objet de leur discussion.

Les Programmes des prix proposés par l'Académie sont imprimés dans les *Comptes rendus*, mais les Rapports relatifs aux prix décernés ne le sont qu'autant que l'Académie l'aura décidé.

Les Notices ou Discours prononcés en séance publique ne font pas partie des *Comptes rendus*.

ARTICLE 2. — *Impression des travaux des Savants étrangers à l'Académie.*

Les Mémoires lus ou présentés par des personnes qui ne sont pas Membres ou Correspondants de l'Académie peuvent être l'objet d'une analyse ou d'un résumé qui ne dépasse pas 3 pages.

Les Membres qui présentent ces Mémoires sont tenus de les réduire au nombre de pages requis. Le Membre qui fait la présentation est toujours nommé; mais les Secrétaires ont le droit de réduire cet Extrait autant qu'ils le jugent convenable, comme ils le font pour les articles ordinaires de la correspondance officielle de l'Académie.

ARTICLE 3.

Le *bon à tirer* de chaque Membre doit être remis à l'imprimerie le mercredi au soir, ou, au plus tard, le jeudi à 10 heures du matin; faute d'être remis à temps, le titre seul du Mémoire est inséré dans le *Compte rendu* actuel, et l'extrait est renvoyé au *Compte rendu* suivant, et mis à la fin du cahier.

ARTICLE 4. — *Planches et tirage à part.*

Les *Comptes rendus* n'ont pas de planches.

Le tirage à part des articles est aux frais des auteurs; il n'y a d'exception que pour les Rapports et les Instructions demandés par le Gouvernement.

ARTICLE 5.

Tous les six mois, la Commission administrative fait un Rapport sur la situation des *Comptes rendus* après l'impression de chaque volume.

Les Secrétaires sont chargés de l'exécution du présent Règlement.

Les Savants étrangers à l'Académie qui désirent faire présenter leurs Mémoires par MM. les Secrétaires perpétuels sont priés de les déposer au Secrétariat au plus tard le Samedi qui précède la séance, avant 5h. Autrement la présentation sera remise à la séance suivante

ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 11 AVRIL 1904,

PRÉSIDENCE DE M. MASCART.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADEMIE.

PHYSIQUE. — *Théorie de la balance azimutale quadrifilaire.* Note de M. **H. Poincaré**.

« On trouvera, dans le même numéro, la description de cette balance. Voici la théorie de son fonctionnement :

» *Droites* D *et* Δ. — Tous les mouvements que peut prendre le système formé par le fléau, le flotteur qui le supporte et les quatre fils qui le maintiennent se ramènent à deux rotations autour des deux droites D et Δ. J'appelle ainsi deux droites qui rencontrent les quatre fils. Ceux-ci ne sont pas tout à fait verticaux, par suite de la torsion préalable qu'on leur donne; dans ces conditions, il y a deux droites, et deux seulement qui rencontrent les prolongements des quatre fils. Un point quelconque du fléau peut décrire une infinité de trajectoires toutes normales à une droite qui rencontre D et Δ.

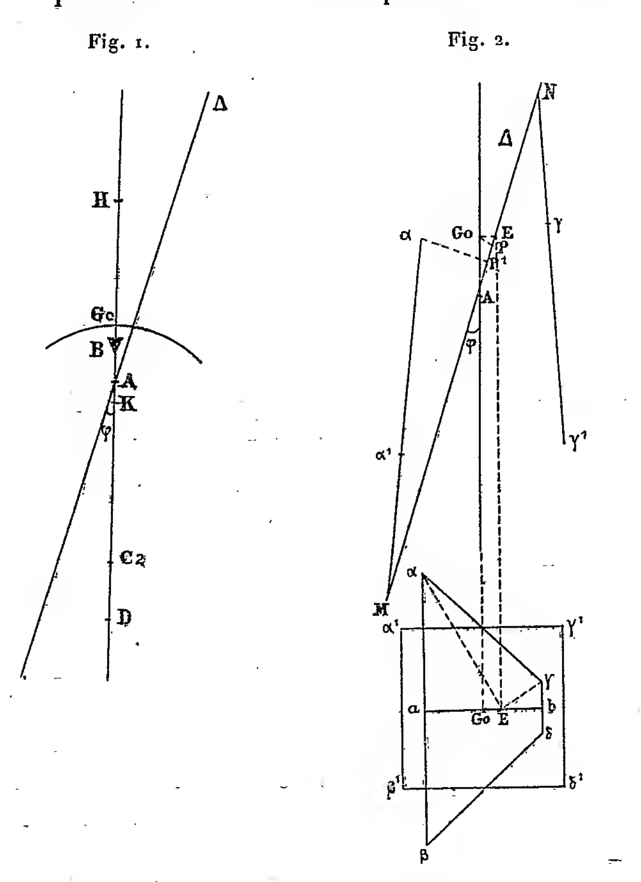
» Dans la position d'équilibre initial, le système admet un plan de symétrie par rapport auquel les quatre fils sont deux à deux symétriques. La droite D est perpendiculaire au plan de symétrie; la droite Δ est dans ce plan.

» *Centre de gravité effectif.* — Le système mobile est soumis aux poids suivants : 1° poids du fléau; 2° poussée du mercure; 3° poids du flotteur; 4° poids des plateaux et de ce qu'ils portent.

» Toutes ces forces sont verticales; elles ont des valeurs parfaitement déterminées si le flotteur sort de la surface du mercure par une tige T suffisamment mince; elles auront une résultante unique, verticale, appliquée dans le solide fléau en un point G que j'appelle le *centre de gravité effectif*, et que nous allons définir plus complètement.

» *Construction du point* G_0. — Soit en B (*fig.* 1) la trace de l'arête du couteau autour duquel tourne le fléau; soit H le point d'application de la résultante Π de la poussée du flotteur et du poids de ce flotteur. Enfin soit

Fig. 1. Fig. 2.



K le point d'application de la résultante P du poids du fléau et des poids (plateaux compris) qui lui sont appliqués.

» Les deux bifilaires sont soumis à une tension verticale

$$\Pi - P = p.$$

Dans toute rotation du système autour de la droite D, le plan de symétrie (plan de la figure) reste un plan de symétrie; l'arête du couteau et la droite KB restent dans ce plan de symétrie, qui demeure vertical. Donc la droite BH restera dans le prolongement de KB.

» Pour calculer le couple qui, sous l'influence d'un excès de poids placé dans l'un des plateaux, provoquera une rotation $d\omega_1$ autour de D, on cal-

culera donc la position du centre de gravité effectif en appliquant la poussée Π en H et les poids — P en K.

» Considérons, au contraire, une rotation $d\omega_2$ autour de la droite Δ; l'arête B restera très sensiblement horizontale, et, par suite, la droite BH restera verticale. Mais la droite KB s'incline; elle n'est donc plus dans le prolongement de BH. Il faut, par suite, calculer la position de G_0 en appliquant la poussée Π non plus en H, mais en B sur l'arête du couteau.

» *Rotation autour de la droite* D. *Stabilité du système.* — Quand un excès de poids dp est appliqué à l'un des plateaux, le fléau tourne comme il a été expliqué; le centre de gravité effectif prend un mouvement en sens inverse; sa verticale cesse de rencontrer la droite D.

» Ce mouvement n'intéresse pas la sensibilité de la balance, qui ne dépend que de la rotation autour de Δ, rotation qui est la seule observée.

» Mais la rotation autour de D intéresse la stabilité du système. Il faut que la résultante des forces appliquées en G_0 tende à s'opposer au mouvement provoqué autour de D par l'excès de poids dp.

» Cette condition se trouve réalisée par la façon dont l'appareil est disposé. Nous ne nous occuperons donc que de la rotation autour de Δ.

» *Rotation autour de la droite* Δ. *Sensibilité.* — Évaluons d'abord le moment M de l'excès de poids dp par rapport à Δ.

» Soit l la demi-longueur du fléau. Si Δ passe très près de G_0, ce qui sera le cas ordinaire, l sera notre bras de levier ou, plus exactement, un minimum de ce bras de levier. Seulement la composante efficace ne sera pas dp, mais $dp \sin\varphi$, φ étant l'angle de Δ avec la verticale. Donc

$$M = l\,dp\sin\varphi.$$

» Soit $J + J'$ la composante verticale de l'accélération du point G_0. Le travail de nos forces verticales sera

$$p(J + J')\frac{dt^2}{2}$$

pendant le temps très petit dt qui s'écoule quand le système tourne de l'angle $d\omega_2$.

» D'autre part, ce même travail est égal à

$$\frac{M\,d\omega_2}{2}.$$

» Il vient donc

$$(1) \qquad M = l\,dp\sin\varphi = p\,\frac{J+J'}{\omega^2}\,d\omega_2,$$

dans lequel

$$\omega = \frac{d\omega_2}{dt}$$

désigne la vitesse angulaire de rotation autour de Δ.

» La formule (1) sera la formule de sensibilité.

» *Construction de la droite* Δ. — Soient dans l'espace $\alpha\alpha'$ et $\gamma\gamma'$ les fils de l'un des bifilaires; $\alpha\alpha'$ prolongé vient couper le plan de symétrie en un point M; le fil symétrique $\beta\beta'$ passe également en M. De même $\gamma\gamma'$ prolongé coupe le plan de symétrie en un point N où passe aussi le fil symétrique $\delta\delta'$.

» La droite MN est la droite Δ. On voit qu'il est facile de disposer le quadrifilaire de façon à avoir une droite Δ à peu près quelconque.

» Représentant en $\alpha\beta\gamma\delta$, $\alpha'\beta'\gamma'\delta'$ la trace des quatre fils dans un plan perpendiculaire à celui qui contient la droite Δ; l'inclinaison de Δ, et par suite la valeur de φ sera réglée par un choix convenable des longueurs des côtés des deux quadrilatères $\alpha\beta\gamma\delta$, $\alpha'\beta'\gamma'\delta'$ formés par les quatre points d'attache supérieurs et les quatre points d'attache inférieurs du quadrifilaire.

» *Calcul de* $J + J'$. — La droite Δ décrira dans l'espace une certaine surface réglée R; pour un observateur invariablement lié au fléau, elle paraîtrait décrire une surface réglée R', et le mouvement du fléau est le même que si R' roulait sur R. Dans la position initiale, Δ est dans le plan de symétrie; le plan tangent commun à R et R' est perpendiculaire au plan de symétrie, il est donc le même tout le long de la génératrice. Par suite les éléments des surfaces R et R' sont des éléments de surface développable; par suite des éléments de cône.

» L'accélération peut donc se calculer comme si le système était mobile autour d'un point fixe situé quelque part sur la droite Δ; d'où cette conséquence que l'accélération que nous avons à calculer sera la résultante de deux autres: 1° de l'accélération centripète J due à la rotation autour de Δ, qui se calcule d'après la formule ordinaire de la force centrifuge; 2° de l'accélération J' due à l'accélération angulaire.

» Cette accélération angulaire sera représentée en grandeur et direction par une droite Θ qui coupe Δ au point fixe. Pour un point Q quelconque, l'accélération J' due à Θ sera représentée par le même vecteur que la vitesse qu'aurait ce même point dans une rotation représentée par la droite Θ.

» Θ est dans le plan tangent à R, plan qui est perpendiculaire au plan de symétrie. On peut supposer que Θ est elle-même perpendiculaire au plan

de symétrie; ceci revient à supposer que la vitesse angulaire autour des droites Δ successives est constante.

» *Calcul de* J *et* J'. — Il nous faut calculer d'abord les composantes de J et J' pour les points d'attache supérieurs des fils du quadrifilaire, dans la direction de ces fils.

» Soit v la vitesse du point d'attache supérieur α du fil $\alpha\alpha'$ (*fig.* 2). On aura pour les composantes de l'accélération de α suivant le fil $\alpha\alpha'$, en désignant par ψ l'angle $M\alpha P$,

$$J + J' = \frac{v^2}{\alpha\alpha'}, \qquad J = \frac{v^2}{\alpha P}\cos\psi = \frac{v^2}{\alpha M}.$$

Or le fil étant sensiblement vertical, αM est très grand par rapport à $\alpha\alpha'$: J très petit par rapport à $J + J'$; de sorte qu'on a très sensiblement

$$J' = \frac{v^2}{\alpha\alpha'}.$$

» Calculons maintenant J et J' pour le point G_0. C'est la composante verticale qui nous intéresse seule, car, G_0 étant dans le plan de symétrie, le plan $G_0\Delta$ est vertical.

» Soit ω la vitesse angulaire autour de Δ. La vitesse linéaire v_1 de G_0 sera (*fig.* 2)

$$v_1 = \omega G_0 P_1.$$

D'ailleurs on a

$$G_0 P_1 = G_0 \Delta \sin\varphi,$$

$$(2) \qquad J = \omega^2 G_0 P_1 \sin\varphi.$$

» Pour calculer J' considérons (*fig.* 2) le trapèze $\alpha\beta\gamma\delta$ formé par les quatre points d'attache supérieurs des fils. Supposons d'abord le point G_0 dans le plan de ce trapèze, et soit E le point où la droite Δ perce ce même plan.

» On a

$$G_0 E = G_0 \Delta \tang\varphi.$$

Soit λ la longueur commune des fils.

» Les composantes verticales de J' seront sensiblement les mêmes pour les points α, β et tous les points de la droite $\alpha\beta$. Pour le point *a* en particulier, on aura

$$\frac{\omega^2 \overline{\alpha E}^2}{\lambda}.$$

» De même pour tous les points de la droite $\gamma\delta$ et en particulier pour le point b, on aura sensiblement la même valeur

$$\frac{\omega^2 \gamma \overline{E}^2}{\lambda}.$$

» Pour tous les autres points du plan, on n'a qu'à interpoler linéairement puisque la droite Θ est horizontale.

» Supposons en particulier que le trapèze $\alpha\beta\gamma\delta$ diffère très peu d'un rectangle et que le point E soit très voisin du centre de ce rectangle, G_0 très voisin de E. Ce cas correspond, ainsi qu'on le verra, à celui qu'il faut réaliser pour obtenir une grande sensibilité.

» Alors on aura très sensiblement

$$\alpha E = \gamma E.$$

» L'accélération sera donc la même tout le long de la droite ab et comme G_0 se retrouve sur cette droite, la composante J' de son accélération sera par suite

$$J' = \frac{\overline{\alpha E}^2 \times \omega^2}{\lambda}. \tag{3}$$

» On a alors, en additionnant (2) et (3),

$$J + J' = \omega^2 \overline{G_0 P_1} \sin\varphi + \frac{\omega^2 \overline{\alpha E}^2}{\lambda}.$$

Substituant cette valeur dans l'équation (1) on a, pour l'équation de sensibilité,

$$l\,dp \sin\varphi = \left(G_0 P_1 \sin\varphi + \frac{\overline{\alpha E}^2}{\lambda}\right) p\, d\omega_2. \tag{4}$$

» Remarquons que, l'axe Θ étant horizontal, la composante verticale de J' sera la même pour tous les points d'une même verticale. J' et par suite la formule (4) resteront donc les mêmes que G_0, soit dans le plan de $\alpha\beta\gamma\delta$ ou en dehors de ce plan. »

MÉDECINE. — *Note sur la méthode graphique appliquée à la Pathologie humaine;* par M. **Lannelongue.**

« Je donne ce nom à une méthode qui a *pour but* de permettre aux yeux et à l'esprit d'apprécier, avec beaucoup plus d'exactitude, les modifications

de forme et les changements de rapports survenus dans les parties du corps humain et *pour moyen*, d'inscrire sur le sujet vivant, à l'aide du toucher, les déformations, les déplacements, les augmentations de volume, les différences de niveau, etc., c'est-à-dire aussi bien des altérations superficielles et visibles que profondes et invisibles.

» Son principe émane d'une comparaison entre la région normale du corps et la région déformée, entre les organes sains et les organes lésés sans que rien puisse faire soupçonner aux yeux l'existence, le mode et même la nature d'altérations organiques profondes. Il repose aussi sur ce fait que l'*anatomie de l'homme vivant*, c'est-à-dire de ses *divers organes en fonction*, comprend tout un ordre de considérations dont je n'ai, pour mon propre compte, qu'une très pauvre idée et il y a là, en même temps qu'un ensemble de connaissances à acquérir, une éducation médicale à faire. On est élevé et dressé à fond dans la religion du cadavre envisagé sous tous ses aspects et l'on ne se préoccupe pas de ce qui mériterait d'être appelé l'*anatomie biologique*, qui est la seule qu'on ne devrait pas ignorer, l'étude du cadavre ne devant servir qu'à la préparer et à la faire mieux concevoir.

» Pénétré depuis bien longtemps de ces idées, je ne manque jamais, lorsqu'une région du corps est affectée d'une manière quelconque, soit pour procéder à un examen comparatif qui s'impose entre le côté sain et le côté malade, soit pour mieux graver dans mon esprit les différences constatées, pour les lire à chaque instant sur le sujet, d'inscrire les reliefs, les formes des saillies, leurs contours, leurs rapports, sur le côté sain d'abord, sur le côté malade ensuite, les deux segments du corps étant placés dans une position déterminée, exactement symétrique. C'est à l'aide du toucher et par l'exploration faite avec les mains qu'on délimite les organes profonds, leurs rapports réciproques, les interlignes articulaires.

» L'inscription se fait directement sur la peau, soit avec une plume et de l'encre, soit avec un crayon dermographique, soit, encore, ainsi qu'on me le voit faire tous les jours dans mon service d'hôpital, à l'aide de pinceaux fins et d'encres de différentes couleurs, qui font mieux ressortir certaines particularités.

» Je ne prétends en aucune façon à l'invention de la manière d'agir, du procédé en un un mot; car il y a plus d'un demi-siècle qu'un des médecins les plus illustres d'alors, j'ai nommé Piorry, se servait de crayons dermographiques pour fixer sur le corps humain la place du foie, de la rate, du cœur, à mesure que, à l'aide de son plessimètre, il en faisait ressortir les limites.

» Mais on n'a guère cherché à étendre les applications du procédé en dehors de certains viscères, et ce n'est que fortuitement qu'on imprime sur la peau une marque ou un trait en vue d'un détail anatomique qu'on tient à ne pas oublier. On n'a pas eu la pensée d'y voir une méthode d'investigation avantageuse pour le diagnostic qui en retirera beaucoup plus de clarté et de précision, qui pourra même en sortir tout entier.

» La méthode graphique trouve des indications et des applications utiles dans toutes les régions du corps humain et il convient de faire connaître sa technique pour bien établir les ressources dont elle dispose.

» L'ayant employée dans toutes sortes d'états morbides autres que les fractures, dans les tumeurs de parties molles, etc., je puis dire qu'elle m'a fait éviter de nombreuses erreurs, permis d'affirmer certains faits, et fait voir surtout ce qui m'eût échappé sans son concours.

» Si la méthode graphique trouve son application dans toutes les parties du corps humain, c'est surtout dans les régions articulaires qu'elle fournit les données les plus intéressantes, en particulier au coude, à la hanche, au genou, au cou-de-pied et au médio-tarse. Je décrirai donc tout d'abord la technique de cette méthode appliquée à une lésion articulaire. Nous verrons ensuite son application aux autres régions du corps, telles que la face, le rachis, la poitrine, l'abdomen.

» Lorsqu'on se trouve en présence d'une jointure qui est ou paraît malade, le premier soin doit être de placer les deux membres correspondants dans la même attitude, et si les deux articulations symétriques sont libres, on les mettra dans ce qu'on peut appeler leur *position d'examen;* dans le cas contraire, l'articulation saine sera placée dans la même situation que l'autre.

» On commencera par *inscrire* du côté sain les contours osseux et les points culminants des différentes parties constituantes de l'article; on figurera par un trait le niveau de l'interligne articulaire, dans les régions où ce dernier est accessible. S'il s'agit de traumas, il sera inutile de chercher à dessiner les contours des synoviales. Cette opération sera au contraire nécessaire dans les ostéo-arthrites tuberculeuses.

» On procédera ensuite aux mêmes recherches et inscriptions du côté malade. Il arrivera souvent alors que le diagnostic sera écrit avant qu'on ait cherché à le poser; en tous cas, l'inscription complétée par l'examen méthodique du membre sain d'abord, de l'autre ensuite, constituera un élément important de connaissance et d'appréciation.

» On pourra se rendre compte des changements survenus, des augmen-

tations de volume, des déplacements produits. On lira que telle saillie est plus large que celle du côté opposé, qu'elle s'est élevée ou abaissée, ou qu'elle s'est rapprochée d'une voisine et que l'intervalle qui la sépare de cette dernière diffère beaucoup d'un côté à l'autre. L'esprit n'a plus d'effort de mémoire à faire, il n'a plus à chercher des souvenirs anatomiques plus ou moins effacés, il suffit de mesurer de l'œil les nouveaux rapports qui existent entre les parties et de les comparer avec ceux de l'état sain.

» Cette inscription n'empêchera nullement, d'ailleurs, d'examiner l'état des mouvements, leur limitation ou ce qu'ils présentent d'anormal sur les deux membres. Le point essentiel de la méthode consiste, pour ne pas se tromper, à maintenir ou à ramener les deux membres dans la même position, car les rapports des saillies osseuses avec les téguments changent considérablement, selon le degré de flexion ou d'extension d'une jointure.

» Les dessins ci-joints montrent ce qu'est le condyle interne du fémur dans l'extension et dans la flexion à angle droit. Dans cette dernière attitude il remonte et vient proéminer en avant, tandis que les téguments correspondants ne se déplacent pas; ses rapports avec eux sont donc changés du tout au tout. La rotule, au contraire, descend dans la flexion et se met en rapport avec une nouvelle section de la peau. A ce titre ces photographies sont intéressantes et instructives. D'autres photographies que je mets sous les yeux de l'Académie montrent que les dessins des extrémités osseuses sur la peau offrent des contours particuliers. C'est qu'en effet ce sont les projections des parties accessibles, c'est-à-dire saillantes, et que le toucher indique facilement, qui sont inscrites sur la peau. Or ce sont ces formes qu'il est utile de connaître pour la clinique de l'homme. Les interlignes articulaires deviennent linéaires.

» La position la plus favorable à l'examen du coude est la flexion à angle droit de l'avant-bras sur le bras, la main étant dans une position aussi éloignée de la pronation que de la supination.

» Mais on comprend que dans certains cas il soit nécessaire de placer les deux membres dans une autre attitude pour pouvoir faire la comparaison; le membre sain sera mis dans l'attitude de l'autre.

» Le genou offre comme position naturelle d'examen l'extension de la jambe sur la cuisse. On y dessine facilement le relief de chaque condyle fémoral, de la rotule; l'interligne articulaire est assez délicat à trouver. Mais il est une autre position où l'on examine plus facilement l'interligne articulaire et le contenu articulaire : c'est la flexion de la jambe à 40° environ sur la cuisse de manière à ne pas trop tendre le ligament rotulien.

» Il m'est arrivé récemment de reconnaître une encoche avec fêlure évidente du condyle interne du fémur consécutive à une entorse grave du genou qu'il n'aurait pas été possible de découvrir sans l'inscription de la forme du condyle sur le sujet. La radiographie en a montré l'exactitude.

» Dans une autre circonstance, une bifidité congénitale incomplète de la rotule a été reconnue par cette méthode, alors qu'elle avait échappé à l'examen de plusieurs observateurs.

» La position d'examen de la jointure de la hanche est celle où la cuisse est fléchie à angle droit sur le bassin, en même temps que portée dans la rotation en dedans et en légère adduction. On dessine alors la tête fémorale qui soulève les muscles au-dessus du grand trochanter, ainsi que la saillie de cette dernière éminence.

» Au cou-de-pied, la position d'examen est la flexion à angle droit. On pourra dessiner toutes les saillies osseuses, le contour antérieur du tibia, les malléoles, le tendon d'Achille jusqu'à son insertion. En plaçant le pied dans l'extension on obtiendra la saillie de l'astragale en avant et l'on pourra la mieux dessiner dans cette attitude.

» Afin de permettre d'apprécier les services que peut rendre la méthode graphique appliquée aux articulations, je vous citerai quelques exemples.

» L'inscription du calcanéum, de la tête de l'astragale, de la saillie du scaphoïde en dedans, du cuboïde en dehors, jointe à celle des épiphyses tibiale et péronéale, m'a permis récemment de reconnaître un déplacement certain du scaphoïde en avant et en dedans que je n'aurais pas osé affirmer sans ces diverses inscriptions des os et de leurs interlignes articulaires sur le pied. Il y avait entre les méplats et les saillies de chaque pied, pour une attitude semblable, des différences profondes et étendues que le dessin mettait en évidence d'une façon remarquable et qui s'expliquaient par le déplacement scaphoïdien.

» Dans les ostéo-arthrites tuberculeuses, la méthode graphique montre les reliefs que forment les fongosités, reliefs qui passent inaperçus pendant longtemps pour certaines jointures. Au coude, par exemple, la découverte de fongosités légères n'est pas aisée, lorsque les culs-de-sac placés entre l'olécrâne et les tubérosités humérales sont à peine tuméfiés. Pareilles difficultés se montrent quelquefois au genou, surtout au cou-de-pied, dans les gouttières interne et externe. On sait quelle est l'importance de la découverte des fongosités dans les phases initiales. Aussi doit-on mettre à profit les enseignements de la méthode graphique, qui aplanit toutes les difficultés et révèle ce que l'œil ne découvrirait pas sans elle.

» Je puis citer encore des exostoses parenchymateuses épiphysaires ou dia-épiphysaires, maladies d'origine habituellement syphilitique (et il s'agit particulièrement de syphilis héréditaire), qu'on a de la peine à reconnaître, qu'on méconnaît même quand elles sont peu prononcées et que, par contre, la méthode graphique permet d'apprécier immédiatement en montrant inscrit le développement inégal des os, de leurs saillies épi- ou apophysaires, leurs courbures anormales, la saillie de leurs bords ou la convexité de leurs faces comme au tibia, à la clavicule.

» J'ai dit plus haut que la méthode graphique était également utile dans l'examen des lésions de la face. Grâce à elle, en effet, on peut reconnaître et montrer des déformations osseuses, l'asymétrie faciale, le niveau différent des arcades orbitaires, de la ligne des yeux, du plan horizontal des oreilles, de certains plis ou rides, toutes choses qui passent si souvent inaperçues pour ceux qui n'ont pas la grande habitude d'examiner et de comparer.

» Dans un cas, j'ai pu établir par la plume que la branche du maxillaire d'un côté descendait de 1^{cm} plus bas que l'autre, que cette branche était hyperostosée ainsi que l'apophyse zygomatique, chez un sujet syphilitique présentant en apparence une simple asymétrie faciale.

» Au front, au crâne, la méthode graphique rendra plus évidentes des bosses, des hyperostoses qu'on ne cherche pas, et l'asymétrie si commune du crâne; elle sera encore utile pour dessiner les lambeaux autoplastiques qu'on désire employer.

» Du côté du rachis, elle est indispensable si l'on veut mettre bien en relief les courbures de cette partie du squelette, en particulier les scolioses au début et leur degré ultérieur.

» La méthode graphique est également utile dans le mal de Pott; elle fait voir l'étendue de la gibbosité, la vertèbre la plus saillante et, comme chaque apophyse vertébrale est pointée, on compte facilement le nombre des vertèbres qui forment la courbure anormale; elle indique enfin le sens de la gibbosité.

» Il me reste à parler de l'application de la méthode graphique à la poitrine et à l'abdomen.

» En ce qui concerne la poitrine, je me bornerai à rappeler que, il y a longtemps déjà, Piorry et une multitude de médecins, depuis, à son exemple, se sont servis de crayons et de plumes pour tracer la limite des organes normaux ou altérés, et je n'ai rien à y ajouter.

» On peut inscrire sur l'abdomen un pentagone intéressant par des

lignes unissant les deux épines iliaques antérieures et supérieures aux rebords saillants des fausses côtes d'une part et à la symphyse pubienne d'autre part.

» Le cinquième côté sera constitué par une ligne allant d'un rebord costal à l'autre. Si dans ce pentagone on dirige, en partant de l'ombilic, une ligne sur le milieu d'une autre, allant de l'épine iliaque à la symphyse, on laisse immédiatement en dehors de cette ligne le cæcum et son appendice du côté droit; une partie de l'S iliaque, et la fin du gros intestin du côté gauche.

» Le losange médian comprend, en plus de quelques anses d'intestin grêle sur le milieu, la vessie, le corps de l'utérus et le rectum chez la femme, la vessie, la prostate, les vésicules séminales et le rectum chez l'homme; de chaque côté sont les annexes utérines.

» On peut tracer dans ce pentagone, en partant du côté interne du cæcum au niveau de l'origine de l'intestin grêle, la ligne oblique de l'insertion du mésentère. Cette insertion va en ligne droite du point précédent à la partie latérale gauche du corps de la seconde vertèbre lombaire qu'il est facile de marquer en arrière du tronc. Cette ligne tracée comme le montre notre dessin, on la divisera en trois segments égaux en partant du cæcum. Or, si l'on dessine une circonférence au compas, en prenant pour centre le point d'union du second et du troisième segment et pour rayon la longueur des deux segments inférieurs, on a la situation approximative de l'intestin grêle dans l'abdomen. Le gros intestin l'encadre. Il va de soi que beaucoup de particularités tenant au développement du ventre peuvent modifier les rapports précédents.

» En résumé, la *méthode graphique* peut être appliquée avec fruit dans une foule de circonstances différentes où la photographie et la radiographie ne sauraient la remplacer. C'est une leçon de choses qui consiste à inscrire à l'aide du toucher, sur le tableau, c'est-à-dire sur l'homme vivant, à leur vraie place et sans erreur d'interprétation possible, ce qui n'est pas le propre de la radiographie, les particularités superficielles et profondes d'une région du corps, dont l'analyse devient facile par comparaison.

» A elle seule elle peut, dans bien des cas, donner immédiatement la clef d'un diagnostic, le rendre plus facile et plus précis, et depuis vingt-cinq ans que je l'emploie et que je l'enseigne elle m'a rendu les plus grands services : elle appelle l'attention sur des altérations qu'on n'aurait pas découvertes sans son aide et elle fournit, par voie de conséquence, des indications utiles à la thérapeutique. Enfin, la méthode est à la portée de tout le monde

et j'ai connu des parents qui s'en sont emparés pour apprécier et suivre les modifications opérées dans l'état de leurs enfants par la thérapeutique employée. »

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Un nouveau théorème général de la théorie des fonctions analytiques*; par M. G. MITTAG-LEFFLER.

« Considérons l'intégrale

$$\int_L e^{e^z} \frac{dz}{z-x},$$

où le contour L, qui est parcouru dans le sens direct, sera défini de la manière suivante :

» Il est composé de deux droites parallèles à l'axe des z, infinies dans le sens positif de cet axe et situées de côté et d'autre de lui à une distance intermédiaire entre $\frac{\pi}{2}$ et $\frac{3\pi}{2}$. Ces deux droites sont réunies à l'aide d'une droite orthogonale à l'axe réel qui coupe cet axe en un point arbitraire. Si l'on suppose que x est situé du même côté de L que les points réels négatifs infiniment éloignés, l'intégrale définit une fonction entière de x, soit $\mathcal{E}(x)$, et l'égalité

$$\mathcal{E}(x) = \frac{1}{2\pi i}\int_L e^{e^z} \frac{dz}{z-x}$$

a lieu pour tous ces points x.

» Considérons $\frac{\mathcal{E}(\omega x)}{\mathcal{E}(\omega)}$, où ω sera une quantité réelle positive et x appartient à un domaine D qui sera fini, simplement connexe et extérieur à la partie de l'axe réel positif qui se trouve entre le point *un* et l'*infini*. On peut démontrer que l'expression $\lim_{\omega=\infty} \frac{\mathcal{E}(\omega x)}{\mathcal{E}(\omega)}$ s'approche de zéro d'une manière uniforme.

» Il s'ensuit que l'expression $\lim_{\omega=\infty} \frac{\mathcal{E}(\omega x)}{\mathcal{E}(\omega)} e^{1-\frac{\mathcal{E}(\omega x)}{\mathcal{E}(\omega)}}$ s'approche de zéro uniformément pour le domaine et qu'elle s'approche encore de zéro uniformément pour toute partie finie de l'axe réel positif qui se trouve entre le point *un* et l'*infini*. Pour $x = 1$, elle devient égale à *un*.

» C'est cette expression qui me servira à compléter d'une manière importante mes anciennes recherches de 1884, dans le Tome IV des *Acta mathematica*.

» Construisons de la manière suivante une étoile $\mathfrak{A}$ appartenant aux constantes $k_0, k_1, k_2, \ldots$ qui définissent la branche fonctionnelle

$$FC(x) = k_0 + k_1 x + k_2 x^2 + \ldots.$$

» On sort d'un entourage C_1 du point $x = 0$, tel que la branche fonctionnelle $FC_1(x)$ obtenue par le prolongement analytique de $FC(x)$ dans l'intérieur de C_1 n'ait qu'un nombre dénombrable de singularités et reste d'ailleurs déterminée et uniforme. On fixe un certain vecteur l issu de l'origine. On regarde dans la suite un entourage C_2 d'un point de l appartenant à C_1 où la continuation de la branche $FC_1(x)$, soit $FC_2(x)$, se comporte quant à C_2 de la même manière que $FC_1(x)$ quant à C_1. Ce domaine C_2 pourra sortir de C_1. Dans ce cas, on fixe C_2 d'une telle manière que cette circonstance arrive, on prend un point à l'intérieur de C_2 situé sur l et extérieur à C_1, et l'on appelle C_3 un entourage de ce point muni des mêmes propriétés que C_1 et C_2 auparavant, et ainsi de suite.

» On peut avancer de cette manière le long du vecteur l sans être jamais arrêté à distance finie de l'origine. Dans ce cas tout le vecteur l est compté appartenir à l'étoile $\mathfrak{A}$.

» Mais il se peut aussi bien qu'on trouvera le vecteur l limité à une distance l_1 qu'on ne pourra pas passer. Cette circonstance aura lieu si le point extrême de l_1, sans que la fonction $F(x)$ cesse d'être uniforme, fait partie d'un ensemble parfait de singularités. Elle aura encore lieu si la fonction cesse d'être uniforme dans l'entourage de ce point extrême. La partie l_1 du vecteur sera comptée comme appartenant à l'étoile $\mathfrak{A}$. On obtient l'étoile complète en procédant de la même manière pour tous les vecteurs l. On voit que les points singuliers de $F\mathfrak{A}(x)$ à l'intérieur de $\mathfrak{A}$ forment un ensemble dénombrable.

» Entre autres théorèmes généraux, j'ai démontré dans mon Mémoire de l'année 1884 le théorème suivant que j'exprimerai ici sous une forme moderne :

» *La fonction* $F\mathfrak{A}(x)$ *pourra toujours être exprimée par une série :*

$$F\mathfrak{A}(x) = \sum_{\nu=1} F_\nu(x) + F\mathfrak{A}(x),$$

où $F\mathfrak{A}(x)$ *représente une branche fonctionnelle qui est régulière et uniforme partout à l'intérieur de* $\mathfrak{A}$, *tandis que la série* $\sum_{\nu=1} F_\nu(x)$ *est uniformément*

convergente pour chaque domaine à l'intérieur de $\mathfrak{A}$ qui n'embrasse aucun point singulier (*c'est-à-dire* à l'intérieur ou sur la frontière de laquelle ne se trouve aucun point singulier) *et que les fonctions* $F_\nu(x)$ *sont munies des caractères suivants :*

» 1° La fonction $F_\nu(x)$ est une fonction uniforme de x qui est régulière sauf aux deux points a_ν et b_ν, dont a_ν est un point singulier à l'intérieur de $\mathfrak{A}$ et b_ν est un pôle choisi d'une manière spéciale et situé à l'intérieur ou sur la frontière de $\mathfrak{A}$.

» 2° En désignant par D un continuum quelconque appartenant à $\mathfrak{A}$ et par a_{ν_D} les points singuliers a_ν à l'intérieur de ce continuum, la différence $F\mathfrak{A}(x) - \sum_{\nu_D} F_{\nu_D}(x)$ sera régulière partout à l'intérieur de D.

» Pour former les fonctions $F_\nu(x)$, il faut la connaissance de la manière dont se comporte la fonction $F\mathfrak{A}(x)$ aux environs de chaque point singulier à l'intérieur de $\mathfrak{A}$. En n'ayant pas cette connaissance et en ne sachant de la branche fonctionnelle $F\mathfrak{A}(x)$ autre chose qu'elle est définie par la formule

$$FC(x) = k_0 + k_1 x + k_2 x^2 + \ldots,$$

c'est-à-dire par les constantes $k_0, k_1, k_2, \ldots$, on pourra se demander si elle peut être représentée à l'intérieur du domaine $\mathfrak{A}$ par une seule et même expression, où il n'entre de la fonction que ces constantes. C'est en réalité le cas et cette formule est même d'une très grande simplicité formelle. Elle est une conséquence presque immédiate de mon théorème de 1884 ensemble avec le théorème sur $E(x)$. Faisons

$$\frac{\mathcal{E}(\omega x)}{\mathcal{E}(\omega)} e^{1-\frac{\mathcal{E}(\omega x)}{\mathcal{E}(\omega)}} = \sum_{\nu=0}^{\infty} H_\nu(\omega) x^\nu$$

et la formule sera

$$F\mathfrak{A}(x) = \lim_{\omega=\infty} \sum_{\nu=0}^{\infty} (k_0 + k_1 x + \ldots + k_\nu x^\nu) H_{\nu+1}(\omega),$$

où l'égalité a lieu pour chaque point régulier de $F\mathfrak{A}(x)$. Le second nombre est uniformément convergent pour chaque domaine à l'intérieur de l'étoile principale A des constantes $k_0, k_1, k_2, \ldots$. Elle est encore uniformément convergente pour chaque partie d'un vecteur issu de l'origine et appartenant au domaine $\mathfrak{A}$ qui n'embrasse aucun point singulier. On voit que je n'ai fait absolument aucune supposition concernant la nature de $F(x)$. On

n'en connaît rien sauf les constantes k_0, k_1, k_2, ... Cette circonstance est capitale et fait de ma formule une vraie et nouvelle généralisation de la formule de Taylor. MM. von Koch et Painlevé ont trouvé des expressions analogues à la mienne, mais ils ont dû faire alors sur $F(x)$ la supposition qu'elle n'a que des pôles à l'intérieur de $\mathfrak{A}$.

» En faisant sur $F(x)$ la supposition très générale qu'elle est une fonction uniforme n'ayant qu'un nombre dénombrable de singularités, l'étoile embrassera tout le plan, et l'on obtient pour tous les points, sauf les singularités :

$$F(x) = \lim_{\omega=\infty} \sum_{\nu=0}^{\infty} (k_0 + k_1 x + \ldots + k_\nu x^\nu) H_{\nu+1}(\omega).$$

» Il reste à examiner la question très difficile : *Est-ce que l'étoile $\mathfrak{A}$ est une étoile de convergence, ou est-il possible de modifier d'une telle manière le choix de la fonction $\mathcal{E}(x)$ que cette circonstance aura lieu?* Une réponse affirmative me paraît devoir être un grand progrès. »

RAPPORTS.

PHYSIQUE BIOLOGIQUE. — *Remarques à propos des Communications de M.* A. Charpentier *et des revendications de priorité auxquelles elles ont donné lieu;* par M. D'ARSONVAL.

« Ainsi que je l'ai déjà dit de vive voix à l'Académie, M. Charpentier n'a jamais eu la prétention d'avoir émis le premier *l'idée* que, en dehors des radiations calorifiques, il émane du corps humain d'autres radiations de nature plus ou moins inconnue.

» Cette *idée* est, en effet, vieille de plusieurs siècles et se retrouve notamment dans les tableaux des peintres mystiques, dans le fluide des magnétiseurs, dans l'od de Reichenbach, etc., sans parler des contemporains.

» M. Charpentier s'est borné à montrer par des expériences nouvelles : 1° qu'il émane du corps humain des radiations, analogues aux rayons N de M. Blondlot, capables d'augmenter la luminescence des corps phosphorescents; 2° que ces radiations peuvent être transmises le long d'un fil métallique; 3° qu'elles sont renforcées par certaines substances, etc. (voir ses différentes Notes) et 4° qu'enfin ces radiations n'*influencent pas la plaque photographique,* puisque ce sont des rayons N, en grande partie.

» Ces Communications ont donné lieu à des revendications de priorité de la part de MM. Audollent, Baraduc, Darget, Galtier, Köhler, etc.

» La plupart de ces auteurs ont employé la photographie pour démontrer l'existence de ces radiations nouvelles, or les radiations étudiées par M. Charpentier n'influencent pas les plaques photographiques; il s'agit donc d'autre chose. En tout cas, aucun d'eux n'a signalé ce fait que les radiations en question augmentent la luminescence des corps phosphorescents ou se laissent conduire par des fils métalliques, loin de leur centre d'émission, tout en conservant leurs caractéristiques physiques (longueur d'onde, indice de réfraction, etc.), *rayons conduits* de Charpentier.

» Les faits signalés par M. Charpentier sont donc nouveaux et comme méthode d'investigation et comme résultats physiques ou biologiques obtenus. »

CORRESPONDANCE.

M. **Fourtau** adresse ses remercîments à l'Académie pour la distinction dont ses travaux ont été l'objet dans la dernière séance publique.

GÉOMÉTRIE. — *Sur une classe particulière de systèmes conjugues persistants.* Note de M. **D. Th. Egorov.**

« Considérons une surface S et soit Σ l'une des deux nappes de la développée de S. Il est bien connu que les lignes de courbure $u = \text{const.}$, $v = \text{const.}$ de la surface initiale S correspondent à un système conjugué (sur la surface Σ) dont l'une des familles, soit la famille $v = \text{const.}$, est composée de géodésiques.

» Admettons que ce système soit un système conjugué *persistant*, c'est-à-dire un système tel que la surface Σ puisse être déformée d'une manière continue, les deux familles $u = \text{const.}$ et $v = \text{const.}$ restant conjuguées. Il est à peu près évident que la congruence des tangentes principales de la surface S, qui sont parallèles aux normales de la surface Σ, est une congruence de Ribaucour ayant pour surface génératrice une surface dont l'une des deux familles de lignes asymptotiques est composée de courbes à torsion constante; la surface S appartient par conséquent à la classe de surfaces signalées par M. Bianchi (*Annali di matematica*, série II, t. XVIII).

» Pour le vérifier par un calcul direct, on pourra procéder de la manière suivante : les conditions nécessaires et suffisantes pour que le système

$u=$ const., $v=$ const. soit un système conjugué persistant sur la surface Σ s'expriment par les deux équations

$$(1)\qquad \left\{ {12 \atop 1} \right\} = 0, \qquad \left\{ {12 \atop 2} \right\} = \varphi(u) = \frac{U'}{U},$$

les crochets de Christoffel étant formés avec les coefficients de l'élément linéaire $d\sigma'$ de la représentation sphérique relative à la surface Σ. Or la représentation sphérique de Σ est connue dès qu'on connaît celle de S, et les coefficients de $d\sigma'$ s'expriment aisément au moyen des coefficients e, g et de leurs dérivées, l'élément linéaire $d\sigma$ de la représentation sphérique de la surface S étant défini par l'équation

$$(2)\qquad d\sigma^2 = e\,du^2 + g\,dv^2.$$

» En substituant ces expressions dans les équations (1), la première est satisfaite identiquement; en intégrant la seconde par rapport à u, on obtient

$$(3)\qquad \frac{1}{\sqrt{e}}\frac{\partial\sqrt{g}}{\partial u} = UV,$$

ou bien, en réduisant, par un choix convenable de la variable v, la fonction V à l'unité,

$$(4)\qquad \frac{1}{\sqrt{e}}\frac{\partial\sqrt{g}}{\partial u} = U \text{ (1)}.$$

» Désignons par E, G les coefficients de l'élément linéaire ds de la surface S; les formules bien connues de M. Darboux (*Leçons sur la théorie générale des surfaces*, t. II, p. 386) nous fournissent les deux équations

$$(5)\qquad \frac{1}{\sqrt{E}}\frac{\partial\sqrt{G}}{\partial u} = -\frac{1}{\sqrt{e}}\frac{\partial\sqrt{g}}{\partial u} = -U, \qquad \frac{1}{\sqrt{G}}\frac{\partial\sqrt{E}}{\partial v} = -\frac{1}{\sqrt{g}}\frac{\partial\sqrt{e}}{\partial v}.$$

» La première fait voir que la surface S appartient effectivement à la classe considérée par M. Bianchi dans son Mémoire cité. En substituant dans la seconde les valeurs de $\sqrt{E}$ et de $\sqrt{e}$ tirées de la première des équations (5) et de l'équation (4), on remarquera que $\sqrt{G}$ satisfait à l'équation de Laplace à invariants égaux

$$(6)\qquad \frac{\partial^2\theta}{\partial u\,\partial v} = \frac{1}{\sqrt{g}}\frac{\partial^2\sqrt{g}}{\partial u\,\partial v}\theta.$$

(1) Si la fonction U se réduit à une constante, la surface Σ devient une surface de Voss et la surface S correspondante appartient à la classe de surfaces signalées par M. Guichard. Dans le cas général, on peut réduire U à telle fonction de u qu'on voudra, par exemple à u.

qui admet les solutions particulières

$$\frac{\xi}{U}, \quad \frac{\eta}{U}, \quad \frac{\zeta}{U}, \quad \frac{\Pi}{U},$$

ξ, η, ζ, Π étant respectivement les cosinus directeurs de la normale et la distance de l'origine au plan tangent à la surface Σ.

» La condition (4) peut être mise sous une forme équivalente qui nous permettra d'indiquer une solution nouvelle du problème des systèmes conjugués persistants. Considérons à cet effet l'équation tangentielle de Laplace

$$(7) \qquad \frac{\partial^2 \vartheta}{\partial u\, \partial v} = \frac{1}{\sqrt{e}} \frac{\partial \sqrt{e}}{\partial v} \frac{\partial \vartheta}{\partial u} + \frac{1}{\sqrt{g}} \frac{\partial \sqrt{g}}{\partial u} \frac{\partial \vartheta}{\partial v},$$

relative au système conjugué formé par les lignes de courbure de la surface S. En y posant $\vartheta = g$ et en intégrant par rapport à u, on parvient à une relation de la forme (3); par conséquent, les surfaces S de la classe considérée peuvent être caractérisées par la propriété suivante : *l'équation tangentielle relative au système des lignes de courbure admet comme solution particulière le coefficient g de l'élément linéaire $d\sigma$ de la représentation sphérique*. On verrait de même que l'équation ponctuelle admet la solution particulière G. Or, l'équation tangentielle (7) admet comme solutions particulières les cosinus directeurs X, Y, Z de la normale; la surface S appartiendra par suite à la classe considérée, si le coefficient g est égal à une combinaison linéaire (à coefficients constants) des trois cosinus X, Y, Z. En choisissant convenablement les axes, on pourra supposer en particulier

$$(8) \qquad g = \frac{n - Z}{m},$$

n, m étant deux constantes dont la seconde peut être réduite à l'unité. Désignons par Δ' le paramètre différentiel du premier ordre relatif à la forme différentielle quadratique $d\sigma^2$. Le cosinus directeur Z satisfait à l'équation bien connue $\Delta'(Z) = 1 - Z^2$; en y substituant la valeur de Z, tirée de l'équation (8), et en tenant compte de l'équation (4), on a

$$(9) \qquad 4\left(\frac{\partial \sqrt{g}}{\partial v}\right)^2 = \frac{1}{m^2} - \left(\frac{n}{m} - g\right)^2 - 4U^2 g.$$

» L'équation (9) s'intègre aisément et l'on obtient l'expression de g au moyen de fonctions elliptiques dont le module dépend de la variable u. La solution particulière obtenue dépend d'une fonction arbitraire. Le coefficient g étant déterminé, on peut tirer la valeur de e de l'équation (4). De

même, l'équation (8) nous fournit la valeur de Z; les deux autres cosinus directeurs X et Y s'obtiennent par des quadratures. La recherche des surfaces S correspondant à la représentation sphérique obtenue revient à l'intégration de l'équation (6) qui détermine le coefficient G de l'élément linéaire; après avoir obtenu G on aura E par l'équation (5) et, en appliquant les formules d'Olinde Rodrigues, on obtiendra les coordonnées x, y, z par des quadratures.

» Soit θ_1 une solution particulière de l'équation (6); en prenant $\sqrt{G} = \theta_1$, déterminons la surface S_1 correspondante. Construisons la surface Σ_1 (lieu des centres de courbure de la surface S_1) et calculons la distance Π de l'origine au plan tangent de Σ_1. En divisant Π par U, on obtient une solution nouvelle θ_2 de l'équation (6) et, par suite, en posant $\sqrt{G} = \theta_2$, on obtient une nouvelle surface S_2 de la classe considérée. En continuant de la même manière, on parviendra à une suite infinie $S_1, S_2, S_3, \ldots$, de surfaces; il est évident qu'on pourrait la prolonger aussi dans le sens inverse.

» Prenons comme solution initiale

$$\theta_1 = a\frac{\zeta}{U} + b\frac{\eta}{U} + c\frac{\xi}{U} = \frac{1}{U\sqrt{e}}\left(a\frac{\partial X}{\partial u} + b\frac{\partial Y}{\partial u} + c\frac{\partial Z}{\partial u}\right).$$

» La détermination de toutes les surfaces S et Σ n'exige alors que des quadratures. De même on verrait aisément que la détermination des surfaces applicables sur les surfaces Σ avec conservation du système conjugué considéré, revient aux quadratures. »

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur les groupes d'opérations.* Note de M. G.-A. **Miller**, présentée par M. Jordan.

« A. Soient $p^{\alpha_1}, p^{\alpha_2}, \ldots, p^{\alpha_n} (\alpha_1 \overline{\overline{>}} \alpha_2 \overline{\overline{>}} \ldots \overline{\overline{>}} \alpha_n)$ les invariants d'un groupe abélien (G) d'ordre p_m, p étant un nombre premier quelconque. Le nombre des différents types de sous-groupes [1] qui ont $k > 1$ invariants est donné par la formule

$$\sum_{\lambda=\alpha_k-1}^{\lambda=0} \cdots \sum_{\gamma=\alpha_3-1}^{\gamma=\delta} \sum_{\beta=\alpha_2-1}^{\beta=\gamma} \alpha_1 - \beta.$$

(1) Burnside, *Theory of groups of finite order*, 1897, p. 58. A moins que le contraire ne soit exprimé, l'identité n'est pas comprise dans le terme sous-groupe. Toutefois, G est regardé comme sous-groupe de lui-même.

» Il est clair que le nombre des types des sous-groupes circulaires est α_1. Pour déterminer le nombre total des sous-groupes d'un type donné, il suffit de déterminer le nombre de manières de choisir ses générateurs indépendants parmi les opérations de G, et de diviser ce nombre par le nombre de manières de choisir les générateurs indépendants dans le sous-groupe (¹). De là, le nombre des sous-groupes de G, dont les invariants sont $p^{\beta_1}, p^{\beta_2}, \ldots, p^{\beta_l}$ $(\alpha_1 \geqq \beta_1, \alpha_2 \geqq \beta_2, \ldots, \alpha_l \geqq \beta_l)$ est donné par la formule (²)

$$\frac{\left(p^{m_1+\ldots+m_{\beta_1}} - p^{m_1+\ldots+m_{\beta_1}-1}\right)\ldots\left(p^{m_1+\ldots+m_{\beta_l}} - p^{m_1+\ldots+m_{\beta_l}-1+l-1}\right)}{\left(p^{n_1+\ldots+n_{\beta_1}} - p^{n_1+\ldots+n_{\beta_1}-1}\right)\ldots\left(p^{n_1+\ldots+n_{\beta_l}} - p^{n_1+\ldots+n_{\beta_l}-1+l-1}\right)},$$

où $m_\alpha (\alpha = 1, \ldots, l)$ représente le nombre des invariants de G qui ne sont pas moindres que p^α, et n_α a la même signification en ce qui concerne les invariants des sous-groupes requis. En particulier $m_1 = n$, $n_1 = l$.

» B. Pour trouver le nombre des sous-groupes caractéristiques de G (³), il faut énoncer explicitement si les invariants sont égaux. Supposons que G ait β_1 invariants égaux à p^{α_1}, β_2 égaux à p^{α_2}, ..., β_n égaux à p^{α_n}

$$(\alpha_1 > \alpha_2 > \ldots > \alpha_n).$$

Il y a juste n sous-groupes caractéristiques, lesquels ne contiennent aucune opération dont l'ordre excède p. Le plus petit de ceux-ci est d'ordre p^{β_1} et *il est contenu dans chaque sous-groupe caractéristique possible de* G. Quand $p > 2$, le nombre des sous-groupes caractéristiques de G est donné par la formule

$$\sum_{\rho=1}^{\rho=n} (\alpha_1 - \alpha_2 + 1)(\alpha_2 - \alpha_3 + 1)\ldots(\alpha_{\rho-1} - \alpha_\rho + 1)(\alpha_\rho - \alpha_{\rho+1}).$$

» Cette formule donne aussi le nombre des différents systèmes d'opérations conjuguées sous le groupe des isomorphismes de G. Quand $p = 2$, la formule donne encore le nombre des différents systèmes d'opérations conjuguées de G, mais la formule pour le nombre des sous-groupes caractéristiques devient un peu plus compliquée.

» Ces résultats peuvent être facilement appliqués aux groupes abéliens

(¹) Ce nombre est l'ordre de groupe des isomorphismes de ce sous-groupe.

(²) Heffter, *Crelle*, t. 119, 1898, p. 261.

(³) Un sous-groupe caractéristique de G est un sous-groupe qui comprend toutes les conjuguées des opérations du sous-groupe sous le groupe des isomorphismes de G.

d'ordre quelconque. En effet, le nombre des sous-groupes d'un tel groupe d'ordre $p_1^{\alpha_1}p_2^{\alpha_2}\ldots p_\lambda^{\alpha_\lambda}$ ($p_1, p_2, \ldots, p_\lambda$ étant des nombres premiers différents) est le produit des nombres des sous-groupes dans le groupe d'ordre $p_1^{\alpha_1}$, $p_2^{\alpha_2}$, ..., $p_\lambda^{\alpha_\lambda}$ contenus dans G. Ceci est également vrai pour le nombre des sous-groupes caractéristiques de G. Dans ce paragraphe, l'identité et le groupe entier sont compris dans le terme sous-groupe.

» Si s_1 et s_2 représentent deux opérations non commutatives d'ordre quatre telles que $s_1^2 s_2^2 = 1$, il est facile de voir que

$$s_1^3 s_2^3 = s_1 s_2 = (s_2 s_1)^{-1}.$$

» De là s_1, s_2 sont les générateurs d'un groupe dont l'ordre est ou deux fois l'ordre de $s_1 s_2$ ou quatre fois cet ordre. Ce groupe est complètement défini en donnant l'ordre de $s_1 s_2$ et en faisant connaître si s_1^2 est une puissance de $s_1 s_2$ ou non. Si s_1^2 est une puissance de $s_1 s_2$, et si l'ordre de $s_1 s_2$ est $2k$ ($k = 2, 3, \ldots, \infty$), G contient un sous-groupe circulaire d'ordre $2k$, et $2k$ opérations additionnelles d'ordre quatre qui transforment toutes les opérations de ce gronpe circulaire en leurs inverses. Ce système comprend tous les groupes non circulaires d'ordre p^m, lesquels contiennent seulement un sous-groupe d'ordre h^s, $0 < s < m$ (¹). Si s_1^2 n'est pas une puissance de $s_1 s_2$, les opérations s_1, s_2 engendrent un système de groupes d'ordre $4k$

$$(k = 3, 4, \ldots, \infty)$$

qui se compose du produit direct d'un groupe circulaire d'ordre k et d'une opération d'ordre 2, plus les $2k$ opérations d'ordre 4 qui transforment toutes les opérations de ce produit direct en leurs inverses. »

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur les équations de la Géométrie et la théorie des substitutions.* Note de M. **Ed. Maillet**, présentée par M. Jordan.

« I. On sait (²) que si une équation algébrique à coefficients réels possède $2k$ racines imaginaires exactement, son groupe contient une substitution d'ordre 2 à k cycles permutant 2 à 2 les racines imaginaires conju-

(¹) Burnside, *loc. cit.*, p. 75.

(²) *Association française pour l'avancement des Sciences*, Mémoire du Congrès de Saint-Étienne, 1897, p. 190.

guées. Ce résultat comporte un certain nombre d'applications aux équations de la géométrie.

» II. Nous nous aidons du théorème suivant, qui comprend comme cas particuliers plusieurs théorèmes de M. Jordan (¹).

» Soient les congruences

$$x'_\rho + x''_\rho + \ldots + x_\rho^{(r_1)} \equiv 0 \pmod{r}$$

($\rho = 1, 2, \ldots, q$, r, r_1 donnés, $r_1 > 2$), et r^q lettres caractérisées par les q indices $x_1, x_2, \ldots, x_q \pmod{r}$. Soit C un système quelconque de ces r_1 lettres, distinctes ou non, dont les indices forment une solution de ces congruences.

» Quand r est une puissance exacte d'un nombre premier, l'ensemble des substitutions entre les r^q lettres qui permutent entre elles toutes ces combinaisons C est le groupe Γ dérivé du groupe G' des substitutions linéaires homogènes

$$|x_1, \ldots, x_q, \quad a_1^1 x_1 + \ldots + a_1^q x_q, \ \ldots, \quad a_q^1 x_1 + \ldots + a_q^q x_q| \quad \pmod{r}$$

et du groupe G' des substitutions

$$|x_1, \ldots, x_q, \quad x_1 + \alpha_1, \ldots, x_q + \alpha_q| \quad \pmod{r}$$

où $\alpha_1, \ldots, \alpha_q$ prennent $\pmod{r}$ toutes les valeurs possibles multiples de $\frac{r}{\delta}$, δ étant le plus grand commun diviseur de r et r_1.

» Ce théorème est encore exact quand $r_1 = 3$, $q = 3$, $r = 6$.

» III. Notre propriété I pose la question de la détermination de la classe des substitutions d'ordre 2 ou même de la classe d'un groupe quelconque, en vue des applications à la théorie des équations et à la géométrie. On peut indiquer une méthode générale qui, appliquée à chaque groupe, permettra de résoudre la question, ou au moins de trouver des conditions nécessaires auxquelles doivent satisfaire la classe de ces substitutions d'ordre 2. *Les substitutions (d'ordre 2 ou non) du groupe linéaire général non homogène de degré $p^{\mu n}$ à n indices (mod p^μ) déplacent nécessairement $p^{\mu n}$ ou*

$$(p^{\mu n} - p^{(\mu-1)n+i_0}) + (p^{(\mu-1)n} - p^{(\mu-2)n+i_1}) + \ldots + (p^\mu - p^{i_{\mu-1}})$$

lettres, avec $i_0 = 0, 1, 2, \ldots,$ ou $n-1$, $i_1, i_2, \ldots, i_{\mu-1}$ égaux à $0, 1, 2, \ldots,$ ou n. Ce groupe est de classe $p^{\mu n} - p^{\mu n - 1}$.

» Quand $\mu = 1$ et $p > 2$, les substitutions d'ordre 2 déplacent $p^{n-k}(p^k - 1)$ lettres ($k = 1, 2, \ldots,$ ou $n - 1$); il y en a de chacune de ces classes.

(¹) JORDAN, *Traité des substitutions*, Livre III, Chapitre III.

Quand $\mu = 1$ et $p = 2$, elles déplacent (Jordan) $2^{n-k}(2k-1)$ lettres

$$\left[k = 1, 2, \ldots, \mathrm{E}\left(\frac{n}{2}\right)\right];$$

il y en a de chacune de ces classes.

» Les substitutions d'ordre 2 du groupe 1° de l'équation aux 27 droites des surfaces du troisième degré déplacent 24, 20 ou 12 lettres; 2° de l'équation aux 28 tangentes doubles des quartiques générales du quatrième ordre, 28, 24, 20 ou 12 lettres; 3° de l'équation aux 27 points, autres que les points d'inflexion, où une cubique générale a avec une conique un contact du cinquième ordre, 27, 26, 24 ou 18 lettres.

» IV. Ce qui précède, joint à I et au Chapitre III, Livre III, du *Traité des Substitutions* de M. Jordan, nous donne un certain nombre d'applications géométriques immédiates. Indépendamment de celles qui sont suffisamment indiquées ci-dessus, mentionnons celles-ci, à titre d'exemple :

» Parmi les 63 coniques tangentes en 4 points (dont un réel choisi arbitrairement) à une quartique générale réelle, si une est imaginaire, 32, 48 ou 56 sont imaginaires;

» Parmi les 16 points singuliers de la surface de Kummer, si un est imaginaire, 8, 12 ou 16 le sont.

» V. Incidemment, nous avons obtenu les résultats suivants, relatifs aux groupes de substitutions opérées par un groupe G de degré n entre les combinaisons ν à ν de ses lettres $\left(2 \leqq \nu \leqq \frac{n}{2}\right)$.

» 1° Si $n = \nu'! h - 1$ (h entier > 0), et si G est transitif entre les combinaisons ν à ν de ses lettres, il est transitif entre les combinaisons ν' à ν' de ses lettres quand $\nu' < \nu$; il en est de même pour n quelconque quand $\nu' = 1$ ou $\nu \leqq 3$.

» 2° n étant quelconque, si G est transitif entre les combinaisons ν à ν de ses lettres $\left(\nu \leqq \frac{n}{2}\right)$, et si p est le plus grand nombre premier inférieur à $n-2$ et $> \frac{n}{2}$, on a $\nu \leqq n - p$. Quand $n \geqq 40$, $\nu = \frac{n}{5}$: quand $n < 40$, $\nu \leqq 8$; quand (¹) $13 < n < 9.10^6$, $\nu \leqq 4 (\log d)$.

(¹) Cette formule a été obtenue à l'aide des Tables de nombres premiers $\leqq 9.10^6$; mentionnons que ces Tables permettent de trouver deux nombres premiers dont la différence est $2h$, quel que soit $h \leqq 70$. Le logarithme est un logarithme ordinaire (base 10).

» 3° Si G est transitif entre les combinaisons ν à ν de ses lettres $\left(2 \leqq \nu \leqq \frac{d}{2}\right)$, G est primitif.

» Il existe des groupes transitifs entre les combinaisons ν à ν ($\nu = 2$ ou 3) de leurs lettres, et qui ne sont pas ν fois transitifs. »

PHYSIQUE. — *Balance azimutale quadrifilaire.* Note de M. V. Crémieu, présentée par M. H. Poincaré.

« On sait que la sensibilité des balances ordinaires est inversement proportionnelle à leur stabilité. Si l'on tient compte des flexions inévitables du fléau, la sensibilité décroît quand les poids en expérience croissent.

» Pour opérer à sensibilité constante il faut, à l'aide de pièces spéciales, compenser la flexion du fléau par une élévation convenable de son centre de gravité. Enfin la pratique montre que l'on ne peut dépasser certaines limites de sensibilité sans compromettre la stabilité; les balances deviennent folles.

» Un simple calcul numérique donne la raison de ces inconvénients. Par exemple, une balance du laboratoire d'enseignement de la Physique a un fléau de 50^{cm} de longueur, pesant 400^{g}; la balance est construite pour supporter au maximum 500^{g} sur chaque plateau.

» Pour que, sans cette charge, on ait sur un cadran placé à 25^{cm} du couteau une déviation de 1^{mm} pour une différence de 1^{mg}, il faudrait que la distance d de l'arête du couteau au centre de gravité du fléau soit de $0^{mm},16$; en supposant cette arête et les points d'attache des plateaux en ligne droite.

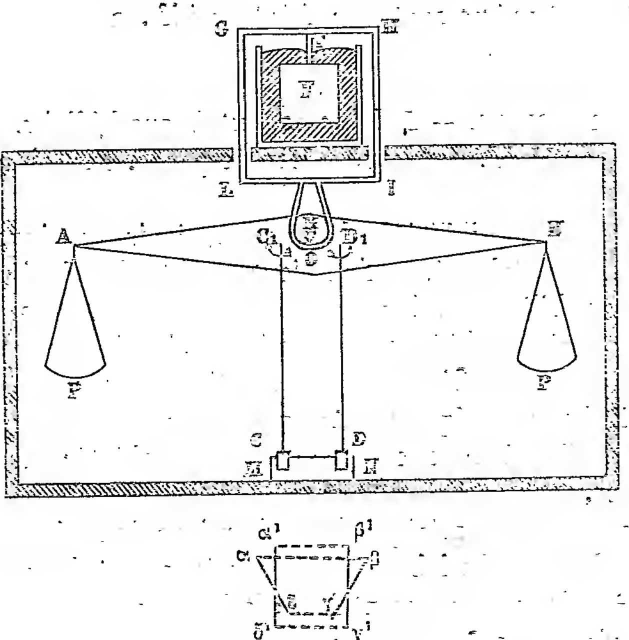
» En réalité il y a des flexions qui sont de l'ordre de d; pour les compenser on agit sur un écrou pesant 10^{g}. Si l'on suppose alors la même sensibilité rétablie, on trouve que la balance deviendrait folle pour un déplacement de l'écrou de l'ordre de $0^{mm},05$.

» Le système suivant évite ces inconvénients. Il a une stabilité indépendante de sa sensibilité qui peut d'ailleurs être rendue à la fois supérieure à celle d'une balance ordinaire et indépendante de la valeur des poids à évaluer.

» Le couteau K d'un fléau AOB, de longueur $2l$, repose en O sur un cadre GHIL, solidaire d'un flotteur F plongeant dans du mercure. Ce flotteur est réglé de façon que la poussée qu'il reçoit dépasse d'un poids p la somme des poids du flotteur, du cadre, du fléau et de la charge maximum $2P$ pour laquelle l'appareil est construit.

» On devra opérer à charge constante.

» L'excès p de la poussée sur les poids agit sur deux bifilaires CC_1, DD_1, fixés au fléau en C_1, D_1 symétriquement par rapport à l'arête du couteau K, et à une distance b de cette arête. Les fils $\alpha\delta$, $\gamma\beta$ de chaque bifilaire ont un écartement $2a$ et une longueur λ.



» En CD ces bifilaires sont attachés à deux pièces mobiles dans un bloc métallique MN fixé au socle de l'appareil. On donne à chaque bifilaire, à l'aide des pièces CD, deux torsions ω égales et de sens contraires.

» On a représenté en $\alpha\beta\gamma\delta$, $\alpha'\beta'\gamma'\delta'$ la trace des quatre fils dans le plan de CD et de C_1D_1.

» Sous l'action de poids égaux appliqués en A et B, le fléau demeure horizontal. Les torsions égales et inverses des bifilaires fixent le système fléau-flotteur dans un azimut déterminé. Le couple de torsion W de chaque bifilaire a pour valeur

$$(1) \qquad W = pa^2 \frac{\sin\omega}{\sqrt{\lambda^2 - 4a^2\sin^2\frac{\omega}{2}}}.$$

» Si l'on ajoute, en A par exemple, un poids dp, le fléau tend à s'incliner du côté A ; il en est empêché par la tension des bifilaires ; mais il s'établit entre ces tensions une différence qui a pour valeur

$$(2) \qquad 2\,dp\frac{l}{b}.$$

» Par suite de cette différence, le couple du bifilaire DD_1 l'emporte sur celui de CC_1. Le système tournera dans le sens de la torsion initiale de DD_1. Dans cette rotation la longueur du bifilaire DD_1 augmente, celle de CC_1 diminue; en même temps les bifilaires formés par les fils $\alpha\beta$ et $\gamma\delta$ introduisent un couple antagoniste. L'angle $d\omega$ dont tournera le système sera tel qu'il y ait équilibre entre ces différents couples.

» Un calcul approximatif permet de voir qu'avec un choix convenable des bifilaires, l'angle $d\omega$ serait très supérieur à celui décrit par le fléau oscillant librement autour de l'arête o, sous l'action du même dp.

» D'autre part, on conçoit que la stabilité du système a pour limite la charge de rupture des fils du quadrifilaire.

» Le calcul de la sensibilité de ce système est très compliqué si l'on part de l'expression du couple W.

» Mais M. H. Poincaré a bien voulu faire la théorie mécanique qu'on trouvera d'autre part (¹). La discussion de la formule de sensibilité à laquelle cette théorie aboutit fera l'objet d'une prochaine Note.

» Une première balance de ce genre, réalisée assez grossièrement, a donné des résultats encourageants. Il est nécessaire d'assurer sur le flotteur une poussée parfaitement verticale.

» On élimine les difficultés pouvant provenir des actions capillaires sur la tige T à sa sortie du mercure en recouvrant celui-ci d'une couche de quelques millimètres d'eau faiblement acidulée.

» D'ailleurs il est plus commode d'opérer par une méthode de zéro. La pesée faite au centigramme près, on équilibre l'excès inconnu à l'aide d'une répulsion électrodynamique produite entre une bobine attachée au fléau ou au cadre GHIL, et une bobine fine. On envoie dans ces deux bobines un courant dont on règle l'intensité, avec une boîte de résistance, jusqu'à ramener l'appareil au zéro. On étalonne une fois pour toutes un excès de poids connu en fonction d'une intensité connue.

» Ce procédé, que j'ai décrit à propos de balances sans couteau (²), permet d'opérer à distance, très vite, et d'atteindre une sensibilité bien supérieure à celle que donne l'emploi des cavaliers, ou les méthodes de grossissement optique. »

(¹) Même *Compte rendu*, p. 869.

(²) *Journal de Physique*, 4ᵉ série, t. I, juillet 1902, p. 441.

PHYSIQUE. — *Sur le pouvoir pénétrant des rayons* N_1 *émis par certaines sources et leur emmagasinement par diverses substances.* Note de M. **Julien Meyer**, présentée par M. Mascart.

« M. Blondlot (1) a signalé récemment une nouvelle espèce de rayons N qui diminuent la phosphorescence du sulfure de calcium. Il a constaté que ces rayons, qu'il nomme N_1, sont émis par une lampe Nernst en même temps que les rayons N et qu'ils se produisent aussi quand on étire un fil de cuivre, d'argent ou de platine.

» J'ai utilisé comme sources de rayons N_1 un fil de verre ou de cuivre tendu ou un tube de verre fermé, à l'intérieur duquel on a diminué la pression. Le verre du tube soumis à l'état de contrainte résultant de la différence des pressions à l'intérieur et à l'extérieur est une source puissante de rayons N_1.

» En effet, l'éclat de l'écran à taches de sulfure, introduit sous une cloche de verre reposant sur la platine de la machine pneumatique, diminue quand la machine fonctionne et reprend sa valeur primitive quand on laisse rentrer l'air. Si l'on place l'écran à sulfure en dehors de la cloche, la phosphorescence diminue également dès le premier coup de piston.

» Une ampoule de lampe à incandescence dans laquelle ne passe aucun courant, un tube de Geissler à hydrogène, un tube de Crookes, sans qu'on les actionne par une bobine de Ruhmkorff, émettent d'eux-mêmes des rayons N_1.

» Tandis que les rayons N_1 de la lampe Nernst sont arrêtés par une lame de plomb oxydée ou une feuille de papier mouillée, ceux qui proviennent des sources précédentes jouissent d'un pouvoir pénétrant considérable : l'action d'une ampoule de lampe à incandescence sur l'écran n'est pas, en effet, sensiblement diminuée si l'on intercale entre l'ampoule et l'écran une planche de 10^{cm} d'épaisseur ou une feuille de plomb oxydée de 1^{mm} d'épaisseur repliée sur elle-même de façon à être traversée huit fois, ou un vase de verre de 10^{cm} d'épaisseur rempli d'eau pure.

» Le carton, la paraffine, l'aluminium, le zinc, le fer, le cuivre, l'argent, l'or, le mercure, la main sont aussi transparents pour ces radiations.

» Je n'ai trouvé, comme corps opaque, que le platine sous une épaisseur de 1^{mm}, et le verre dit opale sous une épaisseur de 3^{mm}.

» En étudiant la réfraction de ces rayons N_1 à l'aide d'une lentille d'alu-

(1) *Comptes rendus*, t. CXXXVIII, p. 545, 29 février 1904.

minium, j'ai eu l'occasion de constater que ce métal les emmagasine en grande quantité et qu'il en émet pendant plus de 24 heures après qu'on l'a éloigné de la source.

» Le verre ordinaire, le crown les emmagasinent mais gardent peu de temps la faculté d'en émettre. Le plomb, le cuivre, l'eau pure ne les emmagasinent pas.

» L'eau salée, la dissolution d'hyposulfite de soude dans l'eau, soumises à l'action d'une source de rayons N_1 deviennent elles-mêmes et restent très longtemps des sources.

» La main, après avoir été maintenue pendant quelque temps à une faible distance d'une source de rayons N_1, ou après l'avoir touchée, diminue elle-même la phosphorescence de l'écran quand on l'en approche. Elle garde cette propriété pendant plusieurs minutes. Ce fait paraît dû à l'emmagasinement des rayons N_1 par la sueur, qui se comporte comme l'eau salée. Cette explication semble d'autant plus admissible que, si on lave la main à grande eau, elle cesse d'agir sur l'écran.

» Les rayons N_1 émis par les sources précédentes sont réfractés par des prismes de verre, de cuivre et d'aluminium et sont diffractés par un réseau. »

PHYSIQUE DU GLOBE. — *Sur le tremblement de terre des Balkans, 4 avril 1904.* Note de M. TH. MOUREAUX, présentée par M. Mascart.

« Les journaux du 5 avril ont publié des dépêches relatives au tremblement de terre survenu dans les Balkans le 4 avril dernier, entre midi et 1^h du soir (temps local). Les secousses, faibles à Belgrade et à Sofia, sont au contraire les plus fortes qu'on ait ressenties à Philippopolis depuis 50 ans. Dans cette dernière ville, le mouvement sismique, dirigé de l'ouest à l'est, était accompagné d'un fort grondement; les habitants, effrayés, sont sortis en hâte de leurs maisons, mais les bâtiments n'ont subi que peu de dégâts.

» Les courbes relevées au magnétographe de l'observatoire du Val-Joyeux portent la trace très nette du phénomène.

» De $10^h 21^m$ à $10^h 27^m$ (temps moyen de Paris), les barreaux du déclinomètre et du bifilaire subissent une série de mouvements vibratoires se traduisant simplement par un épaississement marqué des courbes, puis, à $10^h 42^m$, les trois aimants sont agités brusquement, le mouvement oscillatoire atteignant au début une amplitude de 4′ sur celui du déclinomètre; cette forte secousse est suivie d'une seconde de même intensité à 5 minutes d'intervalle.

» La connaissance de l'heure précise à laquelle les secousses se sont pro-

duites permettrait de déterminer la vitesse de propagation de l'onde sismique. Les coordonnées géographiques de Philippopolis sont : latitude 42° 8′ 52″ N; longitude, 22° 24′ 45″ ($1^h 29^m 39^s$) E de Paris. »

CHIMIE PHYSIQUE. — *Osmose électrique dans l'alcool méthylique.* Note de M. A. BAUDOUIN, présentée par M. A. Haller.

« Ainsi que l'a montré une étude précédente [JEAN PERRIN, *Conditions qui déterminent le signe et la grandeur de l'électrisation par contact* (*Comptes rendus*, séances des 8 et 11 juin 1903, 5 et 12 octobre 1903)], les phénomènes d'osmose électrique ont lieu dans tous les liquides ayant un grand pouvoir inducteur spécifique et, par suite, sont bons ionisants. Il paraît naturel de poursuivre cette étude dans d'autres milieux que l'eau, d'y rechercher l'action des matières dissoutes et de voir comment les lois trouvées pour l'eau se trouveront alors modifiées ou étendues; en particulier on pourra rechercher des ions jouant vis-à-vis de chaque solvant le rôle capital qu'exercent les ions H^+ et OH^- dans l'eau.

» J'ai étudié à ce point de vue l'alcool méthylique avec un appareil identique à celui de M. Perrin et suivant une technique analogue.

» Voici les premiers résultats de cette étude :

» Dans l'alcool méthylique l'osmose électrique est encore notable mais en moyenne plus faible que dans l'eau, dans les mêmes conditions, aussi est-on obligé d'opérer avec une différence de potentiel de 250^{volts} à 300^{volts} au lieu de 60^{volts} à 100^{volts} que l'on employait dans l'eau : l'osmose est en effet proportionnelle à la différence de potentiel que l'on crée de part et d'autre de la paroi poreuse (résultat vérifié de 30^{volts} à 900^{volts}).

» Les premières expériences ont été faites avec de l'alcool méthylique absolu (après distillation sur le sodium); mais la présence d'une petite quantité d'eau, 1 à 2 pour 100, ne modifiant pas le sens des résultats, les expériences suivantes ont été faites dans de l'alcool méthylique pur à 99°.

» Ces expériences nous ont montré que, ainsi que cela se passe dans l'eau, le sens de l'osmose varie avec la nature des cloisons poreuses : pour certaines d'entre elles, $CrCl^3$, SO^4Pb, MnO^2, le liquide remonte le courant électrique, se dirige vers le pôle positif; la paroi s'est donc chargée positivement au contact de l'alcool; pour d'autres, SiO^2, S, As^2S^3, PbI^2, l'osmose a lieu en sens inverse, la paroi s'est donc chargée négativement au contact de l'alcool méthylique; il est à remarquer que ces parois donnent une osmose de même sens dans l'eau neutre.

» *L'osmose est sensible à des traces de matières dissoutes dans l'alcool à condition que ces matières soient des électrolytes :* Pour une paroi de silice, une trace de $CaCl^2$ double le temps nécessaire pour faire passer un même volume de liquide sous une même différence de potentiel, mais sans changer le sens du mouvement; pour une paroi d'iodure de plomb, une trace de nitrate d'aluminium renverse le sens de l'osmose.

» Au contraire, certaines substances telles que la benzine, la naphtaline, le menthol, le camphre, non décomposables en ions, semblent ne modifier le phénomène en aucune façon; ainsi, il faut sensiblement le même temps (100, 105 secondes) pour faire passer le même volume ($0^{cm^3},1$) sous une même différence de potentiel (250 volts) pour :

» I. De l'alcool méthylique pur à 99°;

» II. De l'alcool contenant $0^g,25$ de camphre pour 50^{cm^3};

» III. De l'alcool contenant $0^g,50$ de camphre pour 50^{cm^3}, ce qui correspond à 1^{mol} pour 30^l pour le premier cas, 1^{mol} pour 15^l dans le second, concentration beaucoup plus forte que celle que nous avons employée pour les électrolytes et dont l'action est très marquée pour des concentrations de 1^{mol} pour 1000^l ou 1500^l d'alcool.

» Si nous considérons, par analogie avec l'eau, l'alcool méthylique CH_4O comme constitué par les groupements CH_3O et H analogues aux groupements OH et H de l'eau, le méthylate de sodium $CH_3O.K$ devra vis-à-vis de l'alcool jouer le rôle de la potasse OH.K vis-à-vis de l'eau, et charger négativement, comme une solution basique le fait pour l'eau, une paroi positive, c'est-à-dire renverser le sens de l'osmose pour une telle paroi.

» C'est ce que l'expérience vérifie : une paroi de chlorure de chrome, qui se charge positivement au contact de l'alcool méthylique absolu, se charge négativement dans une solution de méthylate approximativement $\frac{1}{1500}$ normale, 1^{mol} en 4000^l donne encore une osmose notable en sens inverse de celle que donnait l'alcool méthylique pur; enfin une molécule en 16000 ne donne plus d'osmose appréciable ni dans un sens ni dans l'autre.

» L'action de l'ion H est plus difficile à mettre en évidence, on prévoit que cet ion, comme dans l'eau, imposera son signe à une paroi chargée négativement et retournera le sens de l'osmose pour une telle paroi.

» Or dans un premier essai, pour différentes parois [S, AgCl, SiO^2], l'addition de HCl déchargeait la paroi sans aller jusqu'à la charger positivement. Dans le cas d'une paroi de soufre l'osmose très notable (80 secondes pour faire passer $0^{cm^3},1$ sous 250 volts) devient à peine appréciable quand on ajoute une trace d'acide azotique.

» Ceci peut tenir à ce que la plus grande partie de l'acide ajouté disparaît en éthérifiant de l'alcool. En poussant la concentration jusqu'à ce qu'il reste des traces d'acide libre, on change le sens de l'osmose. C'est ce qui

arrive en effet pour une paroi de silice lorsque la conductibilité de la liqueur correspond à une concentration grossièrement millinormale en ions libres.

» J'indiquerai dans une prochaine Note l'action des ions polyvalents. »

THERMOCHIMIE. — *Sur le calcul de la chaleur de combustion des composés organiques azotés.* Note de M. **P. Lemoult.**

« Dans des publications antérieures (*Comptes rendus*, t. CXXXVI, p. 895, et t. CXXXVII, p. 515, 656 et 979, et *Annales de Chimie et de Physique*, 8e série, t. I, p. 553), j'ai indiqué comment on peut calculer la chaleur de combustion z des composés organiques $C^x H^y O^p$, soit en totalisant les appoints des divers groupes, soit en utilisant la formule

$$z = 102x + \frac{55}{2}y - \Sigma p\varphi + A.$$

» Les mêmes méthodes adaptées aux composés qui contiennent, en outre, de l'Az au moyen des nouvelles conventions

$$f(c - az) = \tfrac{1}{2} f(c^2 = az^2) = \tfrac{1}{3} f(c^3 \equiv Az) = 31^{Cal}, \quad f(az - H) = 23^{Cal}$$

m'ont donné des résultats satisfaisants, puisque, sur 140 cas examinés, il y en a 17 pour 100 où l'approximation est inférieure à $\frac{1}{400}$, 15 pour 100 où elle est comprise entre $\frac{1}{100}$ et $\frac{1}{200}$, et 68 pour 100 où elle est supérieure à $\frac{1}{200}$.

» 1° *Homologie à l'azote.* — D'après ces conventions, la différence entre un composé quelconque X — AzH et son homologue à l'azote X — Az — CH^3 s'élève à 167^{Cal} (à savoir $23 + 31 + 3 \times 53$) en faveur de ce dernier; c'est la valeur moyenne qui résulte des déterminations de MM. Matignon (*Annales de Chimie et de Physique*, 6e série, t. XXVIII, p. 500) et Stohmann et Langbein (*J. f. prakt. Chem.*, 1891, p. 386); elle devient une conséquence du système de valeurs adopté.

» 2° *Amines.* — Pour les premiers termes de la série, le calcul et l'expérience s'accordent assez mal; dans les autres cas, l'accord est satisfaisant, par exemple :

	Mesuré.	Calculé.		Mesuré.	Calculé.
	Cal	Cal		Cal	Cal
Triéthylamine	1038,3	1041	Diéthylaniline	1451,8	1449
Amylamine	867,6	864	Triphénylamine	2269	2265

on pourrait grouper les résultats dans diverses formules, comme par exemple la suivante pour les composés $C^n H^{2n+1} Az H^2$,

$$C = 157n + 79,$$

et en tirer de nombreuses conclusions, mais il vaut mieux les réunir en une seule formule qui sera donnée plus loin.

» 3° *Amides, imides, phénylamides, etc.* — Ces corps contiennent le groupe $c^3 \overset{/\!/O}{—} az$; j'ai adopté la convention $f\left(c^3 \overset{/\!/O}{—} az\right) = 27^{Cal}$ qui donne une concordance remarquable (approximation supérieure à $\frac{1}{200}$ dans 87 pour 100 des cas).

	Cal	Cal		Cal	Cal
Formamide..........	134,9	126 (¹)	Propionanilide.....	1168	1172
Acétamide..........	282,7	283	Phtalanilide........	2383	2383
Benzamide..........	852,3	848	Phtalimide.........	850,2	850

Méthylamide de l'acide malonique.... Mesuré, 686^{Cal}; calculé, 688^{Cal}.

» A cette série se rattachent l'urée et ses dérivés qui donnent des résultats satisfaisants quand ces composés ne sont pas par trop complexes :

Urée..............	$151^{Cal},5$	150^{Cal}	Phénylurée.........	880^{Cal}	882^{Cal}
Diméthylurée........	481^{Cal}	484^{Cal}	Tétraphénylurée...	$3074^{Cal},7$	3078^{Cal}

» 4° *Composés à fonctions complexes.* — Le calcul se fait en attribuant à chaque fonction son apport habituel, indépendamment des fonctions voisines :

Oxamate d'éthyle.....	$457^{Cal},7$ (¹)	452^{Cal}	Benzolalanine.......	$1168^{Cal},7$	1172^{Cal}
Acide succinanilique.	$1166^{Cal},5$	1168^{Cal}	Tyrosine...........	$1071^{Cal},2$	1067^{Cal}

Amides des 3 acides toluiques et de la glycollamine : mes., 1168^{Cal}; cac., 1168^{Cal}

» 5° *Nitriles.* — L'accord est un peu moins satisfaisant que dans les cas précédents; mais néanmoins l'approximation dépasse généralement $\frac{1}{100}$ et souvent le $\frac{1}{200}$:

Nitrile formique..........	$153^{Cal},6$ (¹)	146^{Cal}	Acide cyanacétique.........	299^{Cal}	301^{Cal}
Nitrile malonique.........	395^{Cal}	394^{Cal}	Acétylcyanacétate de méthyle.	$683^{Cal},3$	686^{Cal}

» 6° *Composés à noyaux azotés.* — Le calcul donne fréquemment des indications précieuses au sujet des formules de constitution. Voici, par exemple, la comparaison des résultats que donne pour la pyridine et analogues le calcul basé soit sur les formules habituelles (I), soit sur les formules sans doubles liaisons; cette comparaison est entièrement favorable à ces dernières formules :

		I.	II.
	Cal	Cal	Cal
Pyridine..................	665,1	680	664
α Quinaldine..............	1287,25	1276	1284
Hydroquinoléine..........	1227,8	1231	1227

» Citons encore dans d'autres séries, à titre d'exemples, les résultats suivants :

Hexaméthylènetétramine.	$1006^{Cal},5$	1008^{Cal}	Hydrocinnamide.	$3455^{Cal},3$	3453^{Cal}

» *Formule représentative générale et ses conséquences.* — La chaleur de

(¹) Écart habituel aux premiers termes de séries.

combustion z d'un composé organique azoté $C^x H^y Az^m$ doit dépendre de l'appoint $102x + \frac{55}{2}y$ de ses atomes de C et de H et de l'appoint de ses atomes d'azote; or on constate que ce dernier varie suivant que l'atome d'azote est saturé par de l'H ou par du C; égal à $16^{Cal},5$ si Az est entièrement saturé par du carbone, il n'est plus que de $+6^{Cal},5$ si l'azote est lié à un H et tombe à $-3^{Cal},5$ si l'azote est lié à 2 H; ce qui revient à dire qu'il diminue régulièrement de 10^{Cal} quand la molécule acquiert un groupe $az - H$. Mettant en évidence le nombre a d'atomes d'hydrogène fixés sur l'azote, la formule du composé devient $C^x H^{y-a}(Az^m H^a)$ et l'on a

$$z = f[C^x H^{y-a}(Az^m H^a)] = 102x + \frac{55}{2}y + 16,5m - 10a,$$

dont il est facile de vérifier l'exactitude sur les exemples cités plus haut et qui donne un moyen de déterminer, pour une molécule de structure inconnue, le nombre a.

» Si le composé contient de l'oxygène $C^x H^y Az^m O^p$, il suffit d'introduire le terme correctif $\Sigma p \varphi$ relatif aux fonctions oxygénées en ajoutant à la liste des valeurs de φ (*Comptes rendus*, t. CXXXVII, p. 981) la valeur

$$\varphi = 55^{Cal} \quad \text{pour les amides, imides, etc.}$$

» Le cas des composés contenant les groupes $c^2 = c^2$; $-c^3 \equiv c^3$; $-az - az$; $-az^2 = az^2$; ..., n'a pu être examiné faute de déterminations suffisamment nombreuses. Entre autres conséquences de la formule ci-dessus il convient de signaler les suivantes : 1° les atomes d'azote d'un composé organique ne peuvent pas être envisagés comme thermiquement indépendants de leurs voisins C et H puisque le nombre et la nature de leurs liaisons interviennent dans la formule par le facteur a; 2° la chaleur de formation de la molécule d'azote ($Az^2 = 28$) à partir de ses atomes entièrement saturés par du carbone s'élève à -33^{Cal}; 3° cette chaleur de formation augmente d'autant de fois 10^{Cal} que les atomes d'azote échangeaient de liaisons avec l'hydrogène. »

CHIMIE. — *Sur l'application des rayons Blondlot à la Chimie.* Note de M. Albert Colson.

« Les rayons Becquerel ont fourni à M. et à Mme Curie un procédé d'investigation chimique qui est l'origine de leurs éclatantes découvertes; il

est alors possible que les radiations trouvées par M. Blondlot soient, elles aussi, susceptibles de révéler des phénomènes chimiques d'un ordre particulier. Voici quelques faits qui viennent à l'appui de cette supposition :

» Pour préparer de l'oxyde de zinc hydraté, il semble qu'il soit indifférent de verser de la potasse étendue dans du sulfate de zinc dissous, ou de verser la solution saline dans la potasse; en d'autres termes, la réaction SO^4Zn *diss.* + $2KOH$ *diss.* = $Zn(OH^2)$ + SO^4K^2 *diss.* ne doit pas dépendre de l'ordre dans lequel les solutions sont mélangées.

» Or l'addition d'une solution de potasse dans le sulfate dissous diminue l'éclat du sulfure phosphorescent placé à côté du tube où l'on opère le mélange : des rayons n_1 prennent donc naissance dans ce cas. Ils disparaissent parfois avant que la potasse ne soit en quantité suffisante pour précipiter complètement l'oxyde de zinc, et ils ne réapparaissent plus quand on continue à ajouter de l'alcali.

» Au contraire, l'addition du sulfate de zinc dans la potasse ne donne lieu à aucune action sur le sulfure phosphorescent, même si l'on verse un grand excès de sulfate de zinc.

» M. Blondlot a bien voulu constater lui-même ces singuliers résultats qui dénotent une différence indéniable entre l'action d'une solution de potasse sur le sulfate de zinc et l'action de ce sel sur une dissolution de potasse. Cherchons donc méthodiquement la cause de cette dissemblance.

» A cet effet, ajoutons lentement de la potasse titrée (normale) dans une solution de sulfate de zinc additionnée de phtaléine, nous constatons que ce réactif rougit avant le déplacement total de l'acide combiné au zinc, et le virage apparaît constamment au même point quelle que soit la dilution du sel de zinc. Par exemple, en opérant sur des dissolutions renfermant $0^{mol},4$ par litre ou sur des dissolutions cinq fois plus étendues, pourvu que la température reste voisine de 15°, la phtaléine vire au moment où la potasse a neutralisé les trois quarts du sulfate dissous, c'est-à-dire quand on a obtenu la réaction

$$4SO^4Zn + 6KOH = SO^4K^2 + SO^4\begin{cases} Zn - O - Zn - OH \\ Zn - O - Zn - OH \end{cases}.$$

» Un excès d'alcali n'altère qu'avec une extrême lenteur le sel basique qui s'est déposé, à moins que la température ne se rapproche de 100°.

» La thermochimie permet aussi de déceler la différence d'action que révèlent les rayons n_1; car, en mélangeant une molécule de potasse normale ($KOH = 1^l$) à un grand excès de sulfate de zinc, la réaction se manifeste par l'apparition du précipité basique et par un dégagement de chaleur qui varie de $5^{Cal},30$ à 5^{Cal} par molécule de potasse, au lieu des 4^{Cal} que donnerait la précipitation normale de l'oxyde de zinc hydraté $Zn(OH)^2$.

» Quand on verse le sulfate de zinc dans un excès de potasse, l'oxyde métallique reste en partie dissous dans l'alcali, mais ce n'est pas à cette action secondaire qu'il

convient d'attribuer la disparition des rayons Blondlot; car, en opérant sur le sulfate de cuivre dont l'oxyde est sans action sur la potasse, on retrouve exactement les phénomènes que nous venons de décrire, c'est-à-dire : 1° apparition de rayons n_1 quand on ajoute lentement 1^{mol} de potasse dans 0^{mol},5 SO^4Cu en solution étendue; 2° absence de rayons Blondlot quand on opère inversement; 3° précipitation dans le premier cas d'un sel basique dont la formule se rapproche de

$$SO^4 \left\langle \begin{matrix} Cu - O - Cu\,O - \\ Cu - O - Cu - O \end{matrix} \right\rangle Cu.$$

» Il paraît donc probable que l'apparition des rayons Blondlot est due à la formation de ces sels basiques, comme si cette sorte de condensation moléculaire produisait des effets analogues à ceux que l'on obtient par une compression mécanique. Il est peut-être utile de dire que ces sels basiques sont moins denses que les oxydes correspondants. »

CHIMIE MINÉRALE. — *Sur un nouveau mode de formation du carbure de calcium.* Note de M. **L.-M. Bullier.**

« A propos de la Note présentée par M. Moissan sur un nouveau mode de formation du carbure de calcium, je rappellerai que, dès 1895, j'ai fait breveter un procédé fondé sur les mêmes principes, avec cette simple variante que, dans mon mode de formation, le chlore qui se dégage pendant la réaction est absorbé par de la chaux. Ce mode de formation des carbures alcalino-terreux est général.

» Comme je l'ai dit dans le susdit brevet, il suffit de fondre, dans une cuve ou creuset en charbon, le chlorure de l'oxyde du métal dont on veut obtenir le carbure et de soumettre le mélange à l'électrolyse au moyen d'un courant suffisamment intense. Prenant comme exemple la formation du carbure de calcium, je recommandais d'additionner le bain de chlorure fondu au fur et à mesure des besoins de la réaction, d'une quantité convenable de chaux vive et de charbon.

» Sous l'action du courant, le chlorure de calcium se décompose, son chlore se porte sur la chaux pour reformer du chlorure de calcium, tandis que son calcium s'unit au carbone pour former le carbure cherché.

» Ce nouveau mode de préparation a été perfectionné par moi à la fin de décembre 1895; il a fait également l'objet de la prise d'un second brevet ayant pour titre : « Perfectionnement apporté à la fabrication des carbures des métaux alcalino-terreux ».

» Ce procédé a pour but d'abaisser autant que possible la température de formation

du carbure en ajoutant au mélange un fondant susceptible de permettre à la réaction de s'effectuer à une température moins élevée.

» Le fondant employé était le fluorure de calcium, et le courant utilisé était du courant continu; j'avais donc, dans ce second procédé, électrolyse comme dans le premier.

» Ces deux modes de préparation ne m'ont pas donné de résultats satisfaisants, et j'ai dû abandonner leur application industrielle. »

CHIMIE MINÉRALE. — *Dosage de l'azote.* Note de M. **Léon Débourdeaux**, présentée par M. Moissan.

« Il n'existe qu'un seul procédé général de dosage de l'azote. C'est le dosage en volume de Dumas. Les divers procédés de dosage à l'état d'ammoniaque ne sont pas applicables à un assez grand nombre de corps, tels que les dérivés nitrés, les cyanures, les hydrazines, etc. Les auteurs de ces procédés n'ont, à mon avis, pas assez recherché si, dans les cas où ils appliquent leurs méthodes, l'azote de la matière azotée est bien réellement transformé d'une manière complète en ammoniaque. Il n'en est pas toujours ainsi. J'ai constaté, par exemple, que l'ammoniaque est souillée de monométhylamine dans le dosage de la caféine par le procédé Will et Warentrapp, que dans le procédé Kjeldalh, avec emploi de mercure et de monosulfure de sodium (quel que soit le temps de chauffe, et la liqueur obtenue étant incolore) la monométhylamine et la triméthylamine ne subissent aucun changement, la diméthylamine donne de la monométhylamine, tandis que la monoéthylamine et l'aniline donnent tout leur azote à l'état d'ammoniaque; avec la pyridine et la quinoléine la transformation de l'azote en ammoniaque n'est que partielle; la caféine donne un mélange d'ammoniaque et de monométhylamine; les albuminoïdes « caséine de Parmesan » donnent de l'ammoniaque souillée d'un mélange d'amines.

» Les procédés de dosage de l'ammoniaque par pesée, à l'état de chlorhydrate, par exemple, ne sont donc pas applicables à ces méthodes dans un grand nombre de cas. Il en est de même du procédé volumétrique, vu que les indicateurs colorés ne correspondent pas à des quantités équivalentes d'ammoniaque ou d'amines, ou virent d'une manière très indécise. Le procédé de dosage de l'azote à l'état d'ammoniaque avec l'emploi d'hypobromite de soude, même dans le cas des urines, est également à

rejeter, ce réactif ne dégageant pas tout l'azote contenu dans les amines (¹).

» Le procédé de dosage de l'azote que je propose donne de l'ammoniaque pure sans mélange d'amines et sans être encore d'une application générale, il permet actuellement d'effectuer le dosage des groupes suivants :

» 1° Les composés oxygénés de l'azote; 2° l'hydroxylamine; 3° les dérivés nitrés dans lesquels le noyau nitré porte une fonction phénol; 4° les nitriles, cyanures et cyanures doubles; 5° les cyanates et sulfocyanates; 6° les amides et imides lorsque l'azote n'est pas substitué à nouveau par un radical carboné; 7° les amines dans lesquelles le radical contient une fonction acide.

» Ce procédé, fondé sur une étude approfondie de l'action des monosulfures alcalins sur les matières azotées en présence de divers sels, notamment des hyposulfites alcalins, consiste en deux distillations successives dans un ballon de fonte communiquant avec un appareil de Schlœsing modifié tout en verre. La première distillation est poussée jusqu'à siccité de la substance à analyser avec 50^{g} d'hyposulfite de potasse cristallisé et 200^{cm^3} d'une solution de monosulfure de potassium. Cette solution est obtenue en sursaturant d'hydrogène sulfuré un volume déterminé de lessive de potasse à 36° B. exempte de matières azotées et y ajoutant un égal volume de cette même lessive. La seconde distillation, destinée à entraîner les dernières traces d'ammoniaque formée, se fait en ajoutant au résidu 25^{cm^3} de lessive de potasse et 250^{cm^3} d'eau et recueillant 150^{cm^3} environ de liqueur.

» L'ammoniaque étant reçue dans de l'acide chlorhydrique pur en excès peut être dosée très exactement par pesée à l'état de chlorhydrate.

» Dans cette étude les faits suivants ont été constatés :

» 1° Les monosulfures de sodium et de potassium seuls ne transforment quantitativement en ammoniaque que l'azote des composés oxygénés de

---

(¹) Outre ces causes d'erreur, d'autres peuvent être dues à l'emploi des appareils de Schlœsing et d'Aubin et Alla, en partie ou en totalité en étain, qui doivent être rejetés pour toute distillation d'ammoniaque, surtout en présence de sulfures, et remplacées par un appareil de Schlœsing modifié tout en verre, l'attaque de l'étain par les vapeurs d'eau, d'ammoniaque et d'hydrogène sulfuré pouvant donner lieu d'une part à des surcharges, d'autre part à des pertes. Le sulfure de mercure très divisé qui passe à la distillation dans le procédé Kjeldalh modifié se dissout dans l'acide chlorhydrique lors de son évaporation, et donne lieu à des surcharges. Pour éviter ces dernières, il suffit de reprendre le résidu par de l'eau chargée d'hydrogène sulfuré. L'entraînement de l'ammoniaque par un courant gazeux est également à éviter, et occasionne des pertes.

l'azote, de l'hydroxylamine et des amides dont l'azote n'est pas substitué à nouveau.

» 2° Les monosulfures alcalins additionnés de soude ou de potasse caustiques, d'étain, d'antimoine, d'acétate de soude, de formiate de soude, d'oxalate de soude, de chlorure de sodium, de sulfate de soude, ne conduisent pas à la transformation complète de l'azote de l'acide picrique en ammoniaque. De plus, l'ammoniaque est souillée de produits azotés intermédiaires.

» 3° Le monosulfure de sodium additionné d'hyposulfite de soude transforme l'azote de l'acide picrique en ammoniaque pure; mais la réaction n'est pas quantitative, tandis que le monosulfure de potassium, additionné d'hyposulfite de potasse, conduit à cette transformation totale.

» 4° L'addition de 50^{g} d'hyposulfite de potasse cristallisé à 200^{cm^3} de la solution de monosulfure de potassium employée plus haut est celle qui a paru la meilleure dans tous les cas où ce procédé a été utilisé.

» Les résultats obtenus par la méthode précédente, quoique limités, permettent d'en entrevoir l'application au dosage général de l'azote, après avoir créé sur les radicaux portant l'azote des fonctions phénol ou acide ou en soudant le groupe azoté à un noyau portant une fonction phénol ou acide. Ce travail montre, en outre, que tous les procédés existants de dosage de l'azote à l'état d'ammoniaque doivent être méthodiquement étudiés à nouveau pour se rendre compte dans quelles conditions ou avec quels groupes de corps ils donnent quantitativement de l'ammoniaque pure, sans mélange d'amines. »

CHIMIE ANALYTIQUE. — *Influence de l'acide iodhydrique sur l'oxydation de l'acide sulfureux*. Note de M. **A. Berg**, présentée par M. H. Moissan.

« Dans un travail antérieur [1] j'avais eu l'occasion de constater que l'oxydation de l'acide sulfureux au contact de l'air était fortement accélérée par la présence d'acide iodhydrique dans la solution.

» J'ai repris cette étude en opérant de la façon suivante :

» Je prépare des ampoules scellées contenant 10^{cm^3} de la solution d'acide sulfureux et je les introduis dans des flacons carrés identiques pleins d'air, soit avec 10^{cm^3} d'eau, soit avec 10^{cm^3} d'une solution de titre connu d'acide iodhydrique. Je casse les ampoules

---

[1] *Bull. Soc. chim.*, 3e série, t. XXVII, p. 1077.

par agitation, après avoir bouché les flacons, qui sont ensuite couchés côte à côte sur une de leurs faces dans un endroit où la température varie peu. Le volume total des solutions était toujours de 20^{cm^3} et la surface exposée à l'air, ainsi que la profondeur du liquide, était la même pour tous les flacons. Les conditions de la réaction étaient rendues ainsi aussi comparables que possible.

» Au bout d'un certain temps (24 heures généralement), je dosais l'acide sulfurique formé après avoir chassé l'anhydride sulfureux par un courant d'acide carbonique aidé de la chaleur.

» On constate ainsi que, sous l'influence d'une dose assez élevée d'acide iodhydrique, la rapidité d'oxydation de l'acide sulfureux se trouve augmentée dans des proportions très notables.

» Voici quelques chiffres ayant rapport à des solutions contenant environ 4 pour 100 d'acide sulfureux.

SO^2 pour 100.	HI pour 100.	O absorbé.	SO^2 pour 100.	HI pour 100.	O absorbé.
		mg			
4,35	0	4,2	4	0	8,1
»	3,6	8,1	»	10,9	47,7
»	7,3	45,2	»	21,8	61,5
»	»	»	»	36,5	89,5

» On voit que, dans le même laps de temps, la quantité d'oxygène absorbé en présence d'une quantité d'acide iodhydrique supérieure à 3,5 pour 100 peut être dix fois plus considérable que celle qu'absorbe l'acide sulfureux seul.

» Avec des solutions d'acide sulfureux plus faibles, l'action est encore plus marquée. Ainsi, avec 2,9 pour 100 d'acide sulfureux et 36,5 pour 100 d'acide iodhydrique, il y a eu 35,9 fois plus d'oxygène absorbé que par la solution sulfureuse seule.

» Or l'acide iodhydrique s'oxyde à l'air, pour son propre compte, avec formation d'iode libre capable d'agir sur l'acide sulfureux pour le transformer en acide sulfurique en repassant à l'état d'acide iodhydrique. L'action de l'acide iodhydrique semblerait donc n'avoir rien de surprenant. Mais ce qui est intéressant, c'est que la quantité d'oxygène absorbée par le mélange est de beaucoup supérieure à la somme des quantités du même corps absorbées séparément par les solutions de même titre en acides iodhydrique et sulfureux. C'est ce que montrent les nombres suivants :

SO^2 pour 100.	HI pour 100.	O absorbé.	SO^2 pour 100.	HI pour 100.	O absorbé.
		mg			mg
2,9	0	1,9	3,2	0	3,8
0	14,4	2,2	0	7,3	0,6
0	36,5	4,4	0	21,9	3,9
2,9	14,4	30,2	3,2	7,3	14,8
2,9	36,5	69,3	3,2	21,9	49,6

» Cette accélération de l'oxydation de l'acide sulfureux est peut-être due à la rapidité plus grande de la combinaison jaune formée.

» Lorsqu'on diminue la proportion d'acide iodhydrique, on obtient des résultats inattendus : il y a ralentissement de l'oxydation, ainsi que cela ressort des chiffres suivants :

SO^2 pour 100.	HI pour 100.	O absorbé.	SO^2 pour 100.	HI pour 100.	O absorbé.
		mg			mg
4,35	0	5,1	4	0	8,0
»	0,73	0,6	»	0,36	1,0
»	1,45	0,9	»	0,73	2,2
»	2,9	4,0	»	2,2	2,8

» *En résumé* l'acide iodhydrique, suivant sa proportion, retarde ou accélère l'oxydation de l'acide sulfureux. Pour chaque solution de ce dernier, il semble exister une dose d'acide iodhydrique telle qu'elle n'influence pas l'oxydation. Pour les solutions à 4 pour 100, cette dose est voisine de 3 pour 100, ce qui correspond à peu près à 1^{mol} d'acide iodhydrique pour 3^{mol} d'acide sulfureux.

» L'acide iodhydrique n'est pas le seul corps pouvant accélérer l'oxydation de l'acide sulfureux. Il en est de même du chlorure manganeux et du chlorure ferreux, ce qui s'accorde avec l'action oxydante de ces sels sur les matières organiques. Les iodures métalliques solubles agissent de même.

» Par contre le chlorure et le bromure de potassium n'ont pas d'action. Enfin l'acide chlorhydrique retarde l'oxydation et peut même l'annuler à forte dose. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Chloruration du carbonate de phényle en présence de l'iode*. Note de M. **Et. Barral**, présentée par M. Arm. Gautier.

« Dans une Note antérieure (¹) j'ai indiqué : 1° la préparation d'un carbonate neutre de phényle bichloré $CO(OC^6H^4Cl)^2$ par chloruration du carbonate de phényle en présence de l'iode; 2° la formation du carbonate neutre de pentachlorophényle $CO(OC^6Cl^5)^2$ par réaction de l'oxychlorure de carbone naissant sur le pentachlorophénol; 3° la possibilité d'obtenir tous les dérivés chlorés du carbonate de phényle, soit par chloruration directe en présence de chlorurants énergiques, soit par synthèse au moyen de l'oxychlorure de carbone et des phénols chlorés.

» Par chloruration en présence de l'iode, du chlorure d'aluminium ou du

(¹) *Comptes rendus*, t. CXXVI.

pentachlorure d'antimoine et en faisant varier les conditions opératoires, j'ai réussi à obtenir tous les degrés de chloruration du carbonate de phényle. J'ai aussi constaté, sans l'étudier spécialement, que la chloruration du carbonate de phényle peut être obtenue en présence du chlorure ferrique anhydre.

» I. En faisant passer un courant de chlore dans une solution de carbonate de phényle additionnée d'iode (environ 5 pour 100 du carbonate de phényle) dans le tétrachlorure de carbone, jusqu'à ce que le chlore ne soit plus absorbé, j'ai obtenu du carbonate neutre de paramonochlorophényle (paramonochlorobenzénol),

$$CO(OC^6H^4Cl_{1-4})^2,$$

cristallisé en aiguilles blanches, soyeuses et nacrées, insolubles dans l'eau, peu solubles dans l'éther de pétrole froid, le benzène, l'éther éthylique et l'alcool absolu froids, assez solubles à chaud dans l'éther de pétrole, très solubles dans le benzène et l'alcool absolu chauds, fusible à 144°-145° après plusieurs purifications.

» Ce carbonate neutre de paramonochlorophényle a aussi été obtenu synthétiquement par M. Morel et par moi ([1]) : 1° en faisant réagir l'oxychlorure de carbone sur une solution concentrée de paramonochlorophénate de potassium; 2° dans la décomposition du chlorocarbonate de paramonochlorophényle.

» A une solution de carbonate de phényle et d'iode dans CCl^4, j'ai fait absorber 2^{at} de chlore pour 1^{mol} de carbonate de phényle, afin d'obtenir

$$CO(OC^6H^5)^2 + Cl^2 = CO\left\langle\begin{matrix}OC^6H^5\\OC^6H^4Cl\end{matrix}\right. + HCl.$$

» Le produit de la réaction contient un mélange de carbonate de phényle non transformé, de carbonate neutre de paramonochlorophényle et de carbonate mixte de phényle et de paramonochlorophényle, $CO\left\langle\begin{matrix}OC^6H^5\\OC^6H^4Cl_{1-4}\end{matrix}\right.$ (environ $\frac{1}{6}$ du mélange). Ce corps, fusible à 95°-96°, cristallise en aiguilles blanches, soyeuses et nacrées, et présente à peu près tous les caractères de solubilité du précédent; il est cependant plus soluble dans l'éther de pétrole.

» La synthèse de ce carbonate mixte a été faite par M. Morel ([2]) en faisant réagir le paramonochlorophénate de potassium en solution aqueuse concentrée sur une dissolution de chlorocarbonate de phényle dans l'éther.

» II. Pour obtenir des dérivés plus chlorés, j'ai fait passer un courant de chlore dans du carbonate de phényle additionné de 5 pour 100 d'iode et maintenu en fusion à une température variant de 90° à 155°.

» A la température de 90°, j'ai obtenu d'abord et successivement le carbonate mixte de phényle et de paramonochlorophényle, puis le carbonate neutre de paramonochlorophényle, déjà décrits.

([1]) *Bulletin de la Société chimique*, 1899.

([2]) *Thèse de Paris*, 1900.

» Pour que le chlore soit de nouveau absorbé par ce dernier corps, il faut chauffer à 140°. A cette température, il se produit d'abord un peu de carbonate mixte de paramonochlorophényle et de dichlorophényle (probablement 1-2-4), $CO\genfrac{<}{}{0pt}{}{OC^6H^4Cl_{1-4}}{OC^6H^3Cl^2}$, en petites aiguilles blanches nacrées, fusibles à 115°, ainsi qu'une très petite quantité d'un isomère fusible au-dessous de 100°.

» En continuant la chloruration à 140°, il se forme très lentement un mélange de deux carbonates neutres de dichlorophényle $CO(OC^6H^3Cl^2)$, en petites aiguilles blanches nacrées, difficilement séparables : α, fusible à 122°-123°, probablement

$$CO(OC^6H^3Cl^2_{1-2-4})^2;$$

β, fusible à 88°-89°, probablement

$$CO(OC^6H^3Cl^2_{1-2-4})^2.$$

Par chloruration ultérieure, ce corps se transforme en carbonate de trichlorophénol $CO(OC^6H^2Cl^3_{1-2-4-6})^2$.

» Pour que le chlore soit absorbé de nouveau, il faut chauffer à 150°-155° et continuer le courant de chlore pendant près d'un mois pour obtenir les produits suivants :

» *a*. Un carbonate mixte de dichlorophénile et de trichlorophényle,

$$CO\genfrac{<}{}{0pt}{}{OC^6H^3Cl^2}{OC^6H^3Cl^3_{1-2-4-6}},$$

en fines aiguilles blanches, fusibles à 94°.

» *b*. Le carbonate neutre de trichlorophényle, $CO(OC^6H^2Cl^3_{1-2-4-6})^3$, en petites aiguilles dures, groupées en choux-fleurs, fusibles à 153°-154°, moins solubles que les corps précédents. J'ai aussi obtenu ce carbonate : 1° en faisant passer un courant de chlore dans une solution de carbonate de phényle dans CCl^4 additionné de chlorure d'aluminium anhydre; 2° par chloruration du carbonate de phényle en présence du chlorure d'antimoine; 3° synthétiquement par action de l'oxychlorure de carbone sur une solution alcaline de trichlorophénol$_{1-2-4-6}$. M. Morel l'a également obtenu par cette dernière méthode et par décomposition du chlorocarbonate de trichlorophénol$_{1-2-4-6}$.

» En présence de l'iode, la chloruration ne dépasse pas ce dernier terme. »

CHIMIE INDUSTRIELLE. — *De l'action des oxydants sur la pureté des fermentations industrielles.* Note de MM. **Henri Alliot** et **Gilbert Gimel.** (Extrait.)

« Les microbes nuisibles dont nous avons à nous préoccuper dans nos ermentations industrielles appartiennent aux deux grands groupes des aérobies et des anaérobies. Les premiers ne nous préoccupent guère, puisque la durée nécessaire à leur développement est hors de proportion

avec la rapidité de notre travail (fermentations terminées souvent en 30 heures!). Nous avons pensé qu'il serait intéressant de nous attaquer aux fonctions essentielles des bactéries vivant sans oxygène, et c'est ainsi que nous avons été amenés à faire l'étude de l'action des oxydants sur le développement des ferments butyriques et lactiques et, par suite, nous faisions, du même coup, l'étude de cette action sur la pureté des fermentations alcooliques.

» Dans des ballons Pasteur, de 2^l, nous avons fait, en moût d'orge acidulé à 0^g,5 H^2SO^4 par litre, des cultures avec la série d'agents oxydants suivants :

» Hypochlorite de soude ClONa, hypochlorite de chaux $CaCl^2O^2$, perchlorure de fer Fe^2Cl^6, chlorate de potasse ClO^3K, perchlorate de potasse ClO^4K, bichromate de potasse $Cr^2O^7K^2$, bioxyde de manganèse MnO^2, eau oxygénée H^2O^2.

» Nous avons ajouté, dans chaque ballon, 10$^{cm^3}$ de culture pure de bactéries, et la température a été tenue à 32° pendant la durée de l'expérience. Les doses de produits ajoutées ont été de 0^g,2 d'abord, dans un premier essai, puis 0^g,5 et 1^g par litre. La fermentation bactérienne a été suivie au microscope et par dosages acidimétriques.

» Voici, à titre d'exemple, le résultat (moyenne de deux analyses) pour un essai de fermentation butyrique, avec addition de 1^g par litre de substance oxydante dans chacun des ballons Pasteur.

Désignation des ballons.	Acidité en H^2SO^4 par litre	
	après 2 jours de fermentation.	après 4 jours de fermentation.
	g	g
N° 0 (témoin)	1,85	2,7
» 1 (ClONa)	1,3	1,9
» 2 (Cl^2O^2Ca)	1,2	1,8
» 3 (Fe^2Cl^6)	1,7	2,5
» 4 (ClO^3K)	1,5	2,15
» 5 (ClO^4K)	1,35	2
» 6 ($Cr^2O^7K^2$)	1,8	2,6
» 7 (MnO^2)	1,25	1,8
» 8 (H^2O^2)	1,2	1,7

» Il résulte de nos expériences que l'eau oxygénée tient la tête au point de vue bactéricide, mais pratiquement c'est à $CaCl^2O^2$ et à MnO^2 que notre choix doit s'arrêter.

» Il y a lieu de considérer en outre que, indépendamment de leur action nocive à l'égard des microbes pathogènes, les oxydants favorisent puissamment la prolifération de la levure, ce qui évidemment pourrait porter atteinte à leur pouvoir ferment (Duclaux) et par suite au rendement alcoolique, si les oxydants devaient être utilisés dans toute la cuverie, mais ce ne peut être que d'un grand secours dans la confection des levains où l'on

a besoin de former rapidement beaucoup de cellules de levures et d'éviter l'implantation des bactéries.

» Nous ne préconiserons donc l'emploi des oxydants que dans les levains seulement, pour lancer la fermentation, en raison des trois avantages suivants qui résument toute la question :

» 1° Action bactéricide; 2° accélération de la multiplication des cellules de levure; 3° et éventuellement disparition de SO^2 contenu dans les moûts, à l'état libre ou sous forme de SO^3KH. »

BOTANIQUE. — *Sur le* Randia Lujae *De Wild. nov. sp., plante myrmécophyte et acarophyte nouvelle de la famille des Rubiacées.* Note de M. E. DE WILDEMAN, présentée par M. Guignard.

« Parmi les plantes reçues récemment du Congo, nous avons à signaler une espèce remarquable au point de vue biologique. L'étude des acarophytes et des myrmécophytes a depuis peu réattiré l'attention des botanistes; ces deux groupes de plantes, que l'on croyait mal représentés dans la flore de l'Afrique tropicale, s'y rencontrent, au contraire, en assez grand nombre; nous ne recevons guère, à Bruxelles, de matériaux congolais, sans y trouver quelque plante à acarodomaties ou à myrmécodomaties.

» Le nombre de végétaux possédant en même temps des acarodomaties et des myrmécodomaties nous paraît réduit. Le *Randia Lujae* possède à la fois des acarodomaties bien définies occupant les angles des nervures et des myrmécodomaties localisées dans les tiges. Les tiges du *Randia Lujae* ne sont pas creuses d'un nœud à l'autre, comme cela est fréquent chez beaucoup de myrmécophytes, une portion seulement de l'entrenœud est creusée et sert d'habitation aux fourmis. La plupart des entrenœuds des rameaux de cet arbre sont fusiformes, leur plus grand diamètre situé à 2^{cm} ou 3^{cm} au-dessus du nœud; au niveau de cet épaississement se trouvent une ou deux ouvertures donnant accès dans une cavité plus ou moins allongée, mais n'atteignant jamais le nœud supérieur. Dans les tiges relativement âgées et lignifiées, l'ouverture de la myrmécodomatie, de circulaire qu'elle était au début, s'est allongée et peut atteindre 3^{cm} de long; dans l'échantillon où nous avons observé cette dimension, la tige est percée de deux côtés opposés.

» Quant aux acarodomaties, elles se trouvent localisées à la face inférieure du limbe foliaire et appartiennent au type de domaties creusées

dans les tissus et s'ouvrant à l'extérieur par un pore circulaire. Elles sont creusées dans le tissu des nervures, et non dans le limbe proprement dit, et occupent l'angle formé par la divergence des nervures médiane et latérales; elles se trouvent donc dans l'épatement que forme la nervure latérale en se séparant de la nervure centrale. On rencontre des acarodomaties non seulement le long de la nervure médiane de la feuille du *R. Lujae*, mais encore en différents endroits le long des autres nervures, mais toujours au niveau de la naissance de ramifications. Les pochettes à acariens dont on devine déjà la présence en examinant la face inférieure d'une feuille ne se développent donc que là où le tissu fibro-vasculaire est plus ou moins développé et aussi assez distendu.

» On reconnaît aux acariens follicoles la fonction de nettoyer les feuilles; mais dans le cas présent il existait, sur la face supérieure et même sur la face inférieure de ces feuilles, un assez grand nombre de parasites végétaux; leur présence était-elle due au voisinage des fourmis qui pouvaient entraver, dans une certaine mesure, la fonction normale des acariens? Nous donnons ci-dessous une courte description de l'espèce nouvelle dédiée à son collecteur M. Ed. Luja, chef de culture aux « Plantations » Lacourt » (Kasai, État indépendant du Congo).

» *Randia Lujae* De Wild. nov. sp. — Grand arbre à rameaux glabres, à entrenœuds souvent épaissis vers la base et percés de un ou deux trous donnant accès dans une cavité habitée par des fourmis. Feuilles obovales, acuminées, rétrécies à la base en un pétiole court et assez épais, à limbe assez coriace, plus foncé au-dessus qu'en dessous, de 20^{cm}–25^{cm} de long et 5^{cm}–12^{cm} de large, glabre sur les deux faces, à acumen de 15^{mm} de long; nervures latérales au nombre de neuf environ de chaque côté de la nervure médiane, anastomosées en arc avant d'atteindre le bord, peu ou pas proéminentes au-dessus, proéminentes en dessous, présentant dans l'angle formé à la naissance de nervures latérales des acarodomaties plongées dans le tissu de la nervure et s'ouvrant par un pore à la face inférieure du limbe, plus ou moins visibles sur la face supérieure où elles apparaissent sous forme de légers renflements. Fleurs par deux, dressées, sessiles ou subsessiles, de 22^{cm} environ de long; calice de 17^{mm} environ de long, glabre, à cinq côtes, terminé par cinq dents tubulées, irrégulières; corolle à tube allongé-linéaire, glabre, s'élargissant assez brusquement en entonnoir vers le sommet, à partie élargie de 22^{mm} environ de long, se terminant en quatres lobes ovales-lancéolés, aigus, de 3^{cm} environ de long, glabres extérieurement, éparsement velus intérieurement. Étamines en partie exsertes, dépassant de 11^{mm} environ l'entonnoir élargi de la corolle. Fruit globuleux, volumineux, atteignant plus de 15^{cm} de diamètre.

» *Hab.* — Dans les forêts du Sankuru, décembre 1903, Ed.-Luja.

» Cette espèce est, comme on pourra s'en convaincre, voisine du *R. maculata* DC. Nous n'insisterons pas ici sur les caractères différentiels. »

GÉOGRAPHIE PHYSIQUE. — *Sur le sens de rotation des tourbillons d'eaux courantes dans l'Europe centrale.* Note de M. **Jean Brunhes**, présentée par M. de Lapparent.

« A la suite d'observations poursuivies depuis plusieurs années dans un assez grand nombre de vallées des Alpes, du Massif central français et des Pyrénées, j'ai cru pouvoir affirmer que la majorité des tourbillons des cours d'eau tournent en sens inverse des aiguilles d'une montre, c'est-à-dire qu'ils sont (pour nous servir d'une expression que nous prenons comme synonyme de la précédente) *sinistrorsum* [1]. Toutefois, cette affirmation se heurte à l'opinion très généralement admise que les tourbillons des cours d'eau, à la différence des tourbillons atmosphériques, tournent indifféremment de droite à gauche ou de gauche à droite [2].

» J'ai recueilli de nombreuses photographies stéréoscopiques à l'appui de mes observations; mais les photographies ne représentent que des faits épars, et quelque probantes qu'elles soient, elles n'entraînent pas suffisamment une conviction concernant la généralité du phénomène.

» Reprenant donc mon enquête entièrement à nouveau, j'ai essayé de dresser des Tableaux statistiques qui me permissent à la fois de comparer des cas très divers et de porter un jugement précis sur l'ensemble des faits. Je voudrais brièvement indiquer ici la méthode suivie, quelques-uns des résultats acquis et la conclusion qui s'en dégage.

» Etant donnée la difficulté de bien observer les phénomènes tourbillonnaires, je ne retiens pour mes études comparatives que les rapides dans lesquels les tourbillons déterminent à la surface des crêtes d'écume. Il y a bien d'autres tourbillons en profondeur que les tourbillons auxquels correspond cette écume superficielle; mais ceux-là sont les seuls dont nous puissions en vérité discerner le sens de rotation.

» Il convient d'autre part de ne point faire entrer en ligne de compte les tourbillons qui sont produits par des faits artificiels, totalement étrangers à l'écoulement normal des cours d'eau; c'est ainsi que la pile d'un pont bouleverse l'écoulement régulier et crée en aval une petite zone plus ou moins calme, côtoyée de part et d'autre par les eaux plus rapides qui sont passées librement sous les arches : de part et d'autre il se produit des tourbillons qui vont toujours de la bande du courant à grande vitesse

(1) Bernard Brunhes et Jean Brunhes, *Les analogies des tourbillons atmosphériques et des tourbillons des cours d'eau et la question de la déviation des rivières vers la droite*, in *Annales de Géographie*, t. XII, 1904, p. 1-20.

(2) Voir notamment E. Duclaux, *Cours de Physique et de Météorologie*, Paris, Hermann, 1891, p. 270-271.

vers la zone qui échappe au courant; ils sont sur la droite *sinistrorsum* et sur la gauche *dextrorsum*; les uns et les autres se correspondent symétriquement, et numériquement se compensent.

» L'observation m'a démontré que nous devions exactement assimiler à la pile d'un pont toute pierre qui dans un rapide dépasse le niveau des eaux; cette pierre qui dépasse est dans la règle enveloppée vers l'aval de tourbillons qui, sur la droite, tournent dans le sens inverse des aiguilles d'une montre et sur la gauche dans le même sens que les aiguilles d'une montre. Tout en notant ces tourbillons dans nos Tableaux, nous les avons éliminés du total à interpréter, car ils fournissent globalement à peu près autant de tourbillons *sinistrorsum* que *dextrorsum*.

» Une fois ces groupes de tourbillons mis de côté, il reste un grand nombre de faits tourbillonnaires, qu'on pourrait appeler les faits tourbillonnaires *naturels* ou *normaux*, et pour lesquels il s'agit de savoir si le sens de rotation est indifférent.

» Je choisis parmi mes observations quelques rapides, très distants les uns des autres et situés en des points où il est facile de renouveler de semblables constatations :

» I. Petit rapide de la Sarine près de Fribourg (Suisse), entre le barrage de la Maigrange et le confluent du grand ravin; longueur, 150^{m} environ. 19 mars 1904, eaux assez hautes. Outre 3 complexes tourbillonnaires dont le sens de rotation est indéterminable, nous comptons, sur 27 tourbillons ou complexes tourbillonnaires distincts et observables : 25 tournant dans le sens inverse des aiguilles d'une montre (soit 92,5 pour 100) et 2 seulement dans l'autre sens.

» II. Petits rapides du Neckar, un peu en amont de Heidelberg, sur le chenal droit du fleuve; première série de tourbillons, en face de Ziegelhaüser, Laudstrasse, n° 43, sur une même bande du chenal, longue de 5^{m} à 6^{m}; deuxième série, un peu en aval, en face des n°s 31, 29 et 27, sur une longueur de 33^{m}. 26 janvier 1904. Outre deux ensembles indéterminables, nous comptons, sur 26 tourbillons ou complexes tourbillonnaires : 25 tournant en sens inverse des aiguilles d'une montre (soit 96,2 pour 100) et 1 seulement dans l'autre sens.

» III. Petit rapide en aval de Traunfall (Tirol autrichien), dont la fin est à 20^{m} en amont de l'usine *Traunfall-Elektricitäts Werk;* lit obstrué de blocs de Schotter; sur les bords, apparaît le Schlier compact. 10 février 1904, eaux très basses. Outre trois tourbillons à sens indéterminables, on compte, sur un total de 31 tourbillons ou complexes tourbillonnaires : 30 qui tournent en sens inverse des aiguilles d'une montre (soit 96,7 pour 100) et 1 qui tourne dans l'autre sens.

» IV. Petits rapides de la Salzach; en face de Kuchl et 200^{m} en amont du pont du Kuchl, de forts bancs calcaires affleurent dans le lit vers l'amont et déterminent trois groupes de tourbillons, sur une longueur totale d'à peu près 75^{m}. 10 février 1904; les eaux sont très basses; le niveau est à 1^{m},20 au-dessous du zéro du limnomètre du pont de Golling. Outre 5 tourbillons indéterminables, on observe, sur un total de 59 tourbillons ou complexes tourbillonnaires : 55 qui tournent dans le sens inverse des aiguilles d'une montre (soit 93,2 pour 100) et 4 seulement tournant dans le sens des aiguilles d'une montre.

» V. Petit rapide de l'Adige, immédiatement en aval du pont de Mori : ce pont de

fer n'a pas de pile au milieu du fleuve; les tourbillons sont donc indépendants du pont. De part et d'autre de la bande centrale des eaux, il se rencontre deux petites zones de tourbillons se manifestant par des jets d'écume, intermittents comme des feux follets : c'est pourquoi l'observation en est assez malaisée. Le groupe des tourbillons de droite est beaucoup plus important que celui de gauche. — 21 février 1904, eaux moyennes, plutôt basses. — Outre 2 complexes tourbillonnaires dont le sens de rotation est indiscernable, nous comptons, sur un total de 17 tourbillons : 16 qui tournent dans le sens inverse des aiguilles d'une montre (soit 94,2 pour 100) et 1 seulement dans l'autre sens.

» .... Nous nous proposons de communiquer tout l'ensemble de nos observations, d'une manière plus complète et plus ample, au Congrès international de Géographie qui se réunira au mois de septembre prochain à Washington. Nous dirons, à cette occasion, pourquoi les rapides qui se prêtent à l'observation ne sont ni les rapides trop profonds, ni les rapides trop violents.

» En somme, dans tous les petits rapides de l'Europe centrale dont je viens de résumer les observations, *il y a toujours plus de* 90 *pour* 100 *des tourbillons qui tournent dans le sens inverse des aiguilles d'une montre.*

» Nous avons essayé, mon frère et moi, d'interpréter ce fait en le rattachant à l'influence de la force centrifuge composée, et en rappelant notamment la curieuse expérience, trop oubliée, que Perrot présenta à l'Académie des Sciences en 1859 (¹). Nous avons de plus exprimé le désir que, pour vérifier la vérité de cette interprétation, des observations et expériences tourbillonnaires fussent entreprises dans l'hémisphère austral. Toutefois, même à supposer que l'interprétation qui nous paraît aujourd'hui très rationnelle dût être plus tard rejetée, le fait d'observation que je communique aujourd'hui n'en resterait pas moins intéressant et vrai, c'est-à-dire la forte prédominance, dans les cours d'eau de l'Europe centrale, des tourbillons *sinistrorsum* sur les tourbillons *dextrorsum.* »

PHYSIOLOGIE. — *Nouvelles recherches sur le* travail statique *du muscle.* Note de M. **Charles Henry**.

« Dans une Note (*Comptes rendus*, 5 janvier 1903) j'ai essayé de fonder sur l'assimilation du muscle à un ressort spécial une méthode de calcul de la dépense énergétique du *travail statique*.

(¹) B. et J. Brunhes, *loc. cit.* — Voir aussi Bernard Brunhes, *Sur une expérience de Perrot, et sur la comparaison directe de la rotation terrestre et du champ magnétique terrestre* (Société météorologique de France, séance du 6 avril 1904). Cette question fera l'objet d'une prochaine Communication à l'Académie.

» Depuis, l'expérience (¹) a établi une donnée nouvelle : la proportionnalité du travail statique $\mathfrak{E}_s$ au travail W énergétiquement équivalent

$$W = \beta \mathfrak{E}_s;$$

si W est compté en kilogrammètres, $\mathfrak{E}_s$ en kilogs-seconde, on trouve $\beta = \frac{1}{120}$; β a les dimensions d'une vitesse.

» Il n'est pas possible de retrouver ce résultat avec le principe du ressort : on peut, au contraire, le déduire de la conception de M. Ernest Solvay, d'après laquelle la dépense du muscle, lors de la mise en jeu de la tonicité musculaire et, par conséquent, lors du soutien d'une charge, peut être assimilée à la dépense d'énergie du jet d'eau soutenant un poids (²). Il ne s'agit ici évidemment que d'une image : mais on sait, par des exemples classiques, combien, à défaut de données réelles, l'interprétation mathématique d'une image précise peut être profitable.

» Cherchons donc la dépense d'énergie d'un flux de particules matérielles exerçant par le choc une pression moyenne Φ sur une masse μ.

» Considérons les particules qui frappent la masse μ dans l'instant dt; l'équation du mouvement de la masse μ est

$$\mu \frac{d^2 x}{dt^2} = -\Phi + \Sigma q, \tag{1}$$

q étant la force du choc de chaque particule.

» Multipliant par dt et intégrant pour un temps quelconque de o à t, on a

$$\mu(v_t - v_0) = -\Phi t + \sum \int_0^t q\, dt.$$

Pour qu'il y ait à peu près équilibre (équilibre statistique de Maxwell), il faut que $v_t - v_0$ soit très petit; pour un temps notable t, on a donc

$$\Phi = \frac{1}{t} \sum_0^t \int_0^t q\, dt. \tag{2}$$

» Imaginons que le choc d'une particule de masse m, exerçant la pression q, com-

(¹) *Sur une relation entre le travail et le travail dit* statique *énergétiquement équivalents à l'ergographe;* par M. Ch. Henry et Mlle Joteyko (*Comptes rendus*, 28 décembre 1903).

(²) Ernest Solvay, *Du rôle de l'Électricité dans les phénomènes de la vie animale*, Bruxelles 1894, p. 21.

mence au temps θ et dure le temps τ; pour cette molécule, on a

$$\int_0^t q\,dt = \int_0^{\theta+\tau} q\,dt, \tag{3}$$

car les intégrales $\int_0^\theta q\,dt$ et $\int_{\theta+\tau}^t q\,dt$ sont rigoureusement nulles, q étant nul, puisque la molécule m n'a pas encore choqué μ ou a déjà rebondi.

» Pendant ce temps τ, la force qu'exerce m sur μ est égale et de signe contraire à celle que μ exerce sur m; si v est la vitesse de m, on a

$$m\frac{dv}{dt} = -q,$$

et, intégrant pendant le temps τ,

$$m(v_t - v_0) = -\int_0^{\theta+\tau} q\,dt;$$

or $v_t = -v_0$, puisque m a rebondi; on a donc d'après (3)

$$\int_0^t q\,dt = 2mv_0,$$

d'où

$$\Phi = \frac{1}{t}\sum 2mv_0.$$

» Si toutes les molécules ont la même vitesse v,

$$\Phi = \frac{2v}{t}\sum m;$$

or $\sum m$ représente la quantité de matière $M = Nvt$; il vient donc

$$\Phi = 2Nv^2,$$

et, comme $W = \sum \frac{1}{2}mv^2 = \frac{1}{2}Mv^2$, on a, puisque $\mathfrak{T}_s = \Phi t$,

$$W = \beta\mathfrak{T}_s. \text{ »} \tag{4}$$

C. Q. F. D.

PHYSIQUE BIOLOGIQUE. — *Renforcement spécifique de la phosphorescence par les extraits d'organes, dans l'exploration physiologique.* Note de M. **Augustin Charpentier**, présentée par M. d'Arsonval.

« J'ai établi dans une Note récente (21 mars 1904) que l'interposition de certaines substances entre un écran phosphorescent et le corps augmentait la phosphorescence vis-à-vis des organes ayant une affinité physio-

logique spéciale pour ces substances. J'ai encore vérifié le fait pour de nouveaux alcaloïdes ou principes toxiques, curare, ergotine, théobromine, caféine, spartéine, chloralose, etc. (Les substances qui, comme la cocaïne, agissent sur tout protoplasma en général, produisent un renforcement de l'écran sans spécialisation appréciable.)

» Il y avait lieu de se demander si cette loi ne devait pas être étendue, et si par exemple les principes actifs d'un organe, interposés entre l'écran et un organe similaire sur le vivant, ne produiraient pas de renforcement spécifique analogue. J'ai obtenu des résultats positifs en m'adressant à trois extraits dont la fabrication est courante : la thyroïdine, l'ovarine et l'extrait testiculaire; un échantillon de ce dernier, préparé par M. d'Arsonval en 1893 et resté dès lors en ma possession, ne semble pas moins actif que les deux autres corps de préparation récente.

» Il est important de remarquer que les animaux qui fournissent la substance active (employée ici à l'état de poudre sèche pour les deux premiers extraits, en dissolution glycérinée pour le troisième) peuvent être des mammifères d'une espèce différente de ceux sur lesquels on fait cette recherche, ce qui la rend applicable à l'homme.

» D'après les données qui précèdent ou qui pourront résulter d'une étude généralisée, il sera facile d'établir différents écrans dont chacun sera spécialement adapté à l'exploration d'un organe en particulier. »

PHYSIOLOGIE. — *Observations biologiques faites à Chamonix et au mont Blanc, en août et septembre* 1903. Note de M. **Raoul Bayeux**, présentée par M. Janssen.

« Voulant expérimenter l'action des hautes altitudes sur les combustions organiques, je me suis adressé à M. Janssen, qui a mis obligeamment à ma disposition les deux observatoires qu'il a fondés sur le mont Blanc : l'un aux Grands-Mulets (3020^m), l'autre au sommet de cette montagne (4810^m), pour y séjourner; M. Janssen a bien voulu, de plus, m'aider dans mes recherches au moyen des ressources de la Société du mont Blanc.

» J'ai pu ainsi remplir la première partie de mon programme en août et septembre 1903 ; cette première partie a consisté à étudier : 1° la quantité d'oxyhémoglobine du sang normal; 2° la vitesse de sa réduction; 3° la fréquence du pouls; 4° la fréquence de la respiration; 5° la pression artérielle; 6° la température du corps, entre les altitudes de Paris et du som-

met du mont Blanc, avec stations intermédiaires à Chamonix, au Brévent, au Montanvers et aux Grands-Mulets.

» Pour doser l'oxyhémoglobine, j'ai employé le spectroscope à vision directe de Janssen et la plaque hématoscopique de Hénocque; les résultats en ont été comparés à ceux de l'analyseur chromatique de Hénocque et je les ai trouvés concordants; la vitesse de réduction de l'oxyhémoglobine a été établie par l'examen spectroscopique de l'ongle du pouce; la quantité d'oxyhémoglobine et l'activité de réduction ont été calculées d'après les Tables et les formules de Hénocque.

» Ces premières recherches complètent les observations que la mort a empêché Hénocque de continuer.

» La pression artérielle a été étudiée au moyen du sphygmomanomètre de Potain. Les prises de sang et les diverses expériences de mes observations ont été effectuées sur moi-même et sur Mme Jeanne Bayeux qui m'a accompagné dans toutes mes ascensions et aidé dans mes recherches. Je me suis assuré qu'aucun état morbide n'avait troublé les résultats obtenus pendant tout le cours de notre expédition.

» Chacune des données numériques contenues dans le Tableau suivant représente la moyenne de trois expériences à chacune des stations d'altitude : le nombre total de ces expériences s'est élevé à près de *cinq cents*.

Tableau des observations faites à Chamonix et au mont Blanc.

Dates. 1903.	Altitudes.	Phénomènes des deux bandes.	Quantité d'oxy-hémoglobine.	Durée de la réduction.	Activité de réduction.	Fréquence du pouls.	Fréquence de la respiration.	Pression du sang artériel.	Température du corps.
				M. Raoul Bayeux.					
6 août.	Paris		pour 100						
19 »	Chamonix, 1050 M.	19	10	43	1,16	52	15	15	36°,8
20 »	Brévent, 2525	18	11	60	0,91	63	18	20	36,4
23 »	Chamonix	14	14	85	0,82	84	23	23	36,0
24 »	Montanvers, 1924	16	12	60	1,00	66	12	20	36,4
25 »	Chamonix	15	13	81	0,92	80	19	22	36,1
29 »	Grands-Mulets, 3020	16	12	64	0,93	68	13	22	36,3
31 »	Bosses, 4365	13	15	92	0,81	88	28	19	35,4
31 »	Mont Blanc, 4810	11	17	140	0,60	92	40	22	35,0
1er sept.	Grands-Mulets	11	17	120	0,70	125	34	25	35,2
2 »	Chamonix	17	11,5	70	0,82	94	38	22	36,9
5 »	Brévent	14	14	57	1,22	56	16	21	37,6
17 »	Paris	12	16	87	0,91	76	21	20	36,2
		11	17	53	1,58	67	14	23	37,1
				Mme Jeanne Bayeux.					
6 août.	Paris								
19 »	Chamonix	17	11,5	52	1,10	68	16	18	36,7
20 »	Brévent	15	13	67	0,97	72	19	19	36,5
23 »	Chamonix	13	15	85	0,88	110	26	16	36,2
24 »	Montanvers	15	13	68	0,95	77	14	17	36,6
25 »	Chamonix	14	14	78	0,89	87	23	20	36,0
29 »	Grands-Mulets	14	14	73	0,95	79	13	19	36,4
31 »	Bosses	12	16	105	0,76	112	30	25	36,1
31 »	Mont Blanc	12	16	135	0,54	140	43	21	35,2
1er sept.	Grands-Mulets	12	16	120	0,66	132	36	20	35,4
2 »	Chamonix	18	11	60	0,91	98	40	22	37,8
5 »	Brévent	15	13	66	0,98	72	20	19,5	37,0
17 »	Paris	14	14	79	0,88	95	24	20	36,3
		13	15	57	1,31	70	14	17	37,2

» L'étude de ce Tableau indique que la *quantité d'oxyhémoglobine augmente* dans le sang normal, à mesure que l'altitude s'accroît et que, conséquemment, la pression barométrique diminue; lorsque cette pression augmente de nouveau par la diminution de l'altitude, la quantité d'oxyhémoglobine devient moindre.

» Par contre, la *vitesse de la réduction de l'oxyhémoglobine diminue* à mesure que l'altitude augmente, et augmente quand l'altitude diminue. L'activité des échanges entre le sang et les organes est donc entravée par la dépression barométrique. Les variations de la vitesse de réduction sont de même plus sensibles à la dépression barométrique que ne le sont celles de l'oxyhémoglobine.

» Mon Tableau comporte une exception à cette règle : l'activité de nos échanges s'est trouvée moindre à l'altitude des Bosses qu'à celle, plus considérable, du sommet du mont Blanc. Mais j'ai constaté que nous présentions, aux Bosses, des symptômes assez accusés de mal de montagne, qui n'existaient plus au sommet; et cette remarque m'a paru comporter des conclusions que j'exposerai ailleurs sur la pathogénie du mal de montagne.

» Considérant la température du corps, en regard de l'activité des échanges, j'ai remarqué que cette température a diminué en même temps que diminuait l'activité organique. Ces deux facteurs biologiques concordent donc et se confirment l'un l'autre.

» La cure d'altitude donne, comme résultat définitif, une augmentation durable de l'activité des échanges, ainsi que le prouvent les chiffres obtenus à Paris, avant notre départ et après notre retour.

» La fréquence du pouls et la fréquence de la respiration augmentent à mesure que l'on atteint une altitude plus élevée, et cela sans que la fatigue m'ait paru intervenir.

» La pression artérielle suit une loi moins fixe; toutefois, en général, elle a plutôt augmenté avec l'altitude, fait qui concorde avec les premiers résultats obtenus par Potain à des altitudes beaucoup moins élevées.

» Les expériences de certains auteurs ont signalé la diminution de l'acide carbonique dans le sang aux hautes altitudes, résultat qui confirme les présentes recherches. D'autres auteurs ont obtenu des résultats contraires. J'ai l'intention de vérifier et je pense pouvoir expliquer ultérieurement ces discordances, dont un grand nombre sont plus apparentes que réelles. »

CHIMIE BIOLOGIQUE. — *Richesse en catalase des différents tissus animaux*. Note de M. F. **Battelli** et M[lle] L. **Stern**, présentée par M. A. Chauveau.

« Plusieurs auteurs ont déjà étudié la propriété que possèdent les tissus animaux et végétaux de décomposer le peroxyde d'hydrogène. Lœw a attribué cette propriété à une enzyme spéciale qu'il a appelée *catalase*.

» Le pouvoir de décomposer H^2O^2 a été recherché quantitativement, pour les différents organes animaux par Spitzer (1897), par Abelous (1899) et par Lépinois (1899). Les résultats de ces auteurs ne sont pas concordants. En outre, il est facile de constater que Spitzer et Lépinois ont employé, dans leurs expériences, de trop grandes quantités de substances, ce qui les a empêchés de saisir les très grandes différences qui existent entre les tissus au point de vue de leur richesse en catalase. Abelous ne donne pas de chiffres. Nous avons fait, dans le laboratoire de Physiologie de l'Université de Genève, une série d'expériences pour rechercher la richesse en catalase des tissus d'un animal à sang froid, la grenouille, et d'un animal à sang chaud, le cobaye.

» L'organe à étudier était pris immédiatement après la mort de l'animal et broyé finement avec du sable; on ajoutait de l'eau distillée, de manière à obtenir une émulsion et un volume donné de cette émulsion était mis en présence d'une solution de H^2O^2 à 1 pour 100. Le H^2O^2 était toujours en excès, c'est-à-dire que la quantité d'émulsion ajoutée ne pouvait décomposer qu'une partie de H^2O^2. La richesse d'un organe en catalase était dosée par la quantité d'oxygène dégagé, comme il avait été déjà fait par plusieurs autres auteurs.

» Nous rapportons dans le Tableau suivant les résultats principaux de nos expériences.

» Les valeurs données représentent des moyennes. Les chiffres se rapportant à l'oxygène indiquent la quantité de ce gaz dégagée dans les 5 premières minutes par $0^g,01$ de substance.

Organes.	Espèces animales.	O dégagé.
Foie	Grenouille	295 cm³
»	Cobaye	305
Rein	Grenouille	35
»	Cobaye	45
Sang	Grenouille	7,5
»	Cobaye	32,5
Cœur	Grenouille	5

Organes.	Espèces animales.	O dégagé. mc³
Cœur.............	Cobaye..............	33
Poumon............	Grenouille..........	5
»	Cobaye..............	25
Rate..............	Grenouille..........	10
»	Cobaye..............	24
Muscles striés......	Grenouille..........	0,6
»	Cobaye..............	3,2
Cerveau...........	Grenouille..........	1,2
»	Cobaye..............	1,6

» Ces chiffres montrent l'énorme différence qui existe entre les organes au point de vue de leur richesse en catalase.

» A poids égal le foie du cobaye décompose 150 fois plus de H^2O^2 que le cerveau et 100 fois plus que le muscle strié. On constate en outre que la grenouille et le cobaye présentent dans les glandes (foie, rein) et dans le cerveau des quantités de catalase assez voisines; tandis que dans les autres tissus (cœur, muscles, poumon, sang) la grenouille a une quantité de catalase 5 fois environ inférieure à celle de cobaye.

» Ces données porteraient à admettre d'un côté que la catalase est surtout en rapport avec des phénomènes métaboliques spéciaux, ayant leur siège principal dans des organes à fonction chimique spécialisée. En effet : 1° des tissus à métabolisme très actif tels que les muscles et le cerveau possèdent peu de catalase; 2° aucun organe n'est comparable au foie quant à sa richesse en catalase, et nous savons que certaines réactions chimiques ont leur siège principal dans le foie; 3° les organes à fonction chimique spécialisée tels que le foie et le rein possèdent chez la grenouille des quantités de catalase voisines de celles qu'on trouve chez le cobaye. Mais d'un autre côté la catalase paraît aussi être en rapport avec l'intensité des phénomènes du métabolisme général, car les tissus de la grenouille (cœur, muscles, poumons, sang) possèdent une quantité de catalase notablement inférieure à celle existant dans les mêmes tissus des animaux à sang chaud. »

CHIMIE PATHOLOGIQUE. — *Sur l'origine du lactose. Recherches urologiques dans l'affection dénommée « fièvre vitulaire » chez la vache.* Note de M. **Ch. Porcher**, présentée par M. A. Chauveau.

« A la suite de recherches expérimentales entreprises sur des chèvres chez lesquelles l'ablation des mamelles avait été pratiquée (1) et d'obser-

(1) *Comptes rendus*, séance du 28 mars 1904.

vations d'urologie physiologique faites sur la femme enceinte (¹) nous croyons pouvoir conclure :

» 1° Le lactose est un sucre élaboré par la mamelle;

» 2° Il résulte de la transformation qu'exerce cette glande sur le glucose amené par le courant sanguin; il ne dérive pas d'une substance lactogène qui serait pour lui ce qu'est le glycogène pour le glucose;

» 3° Pour suffire à la formation du lactose, il est vraisemblable que c'est le foie qui déverse dans la circulation l'excès de glucose nécessaire et qui, par là, assure la continuité de cette formation;

» 4° Lorsque la lactation est établie, le lactose résulte donc de la superposition de deux phénomènes physiologiques : surproduction de glucose et transformation de celui-ci en sucre de lait.

» Il en résulte que:

» A. Si le glucose est déversé en excès dans la circulation avant que l'aptitude à le transformer soit développée dans le tissu mammaire, il sera éliminé tel par le rein. C'est le cas dans la glucosurie *ante partum* chez la femme enceinte.

» B. Si le fonctionnement d'une mamelle active vient à fléchir rapidement, la glande se trouvera dans l'impossibilité de transformer tout le glucose qui traverserait son parenchyme. Certaines observations de la maladie dénommée chez la vache *fièvre vitulaire* sont la justification de cette dernière proposition.

» La *fièvre vitulaire* est une maladie *post partum* à évolution rapide, caractérisée symptomatologiquement : 1° contrairement à ce qu'indique son nom, par de l'hypothermie; 2° par des troubles nerveux, excitation générale d'abord, paralysie de certains organes ensuite, et 3° par la présence de sucre dans l'urine.

» Au point de vue urologique, on distingue trois types dans la fièvre vitulaire:

» A. *Type à faible lactosurie.* — Dans les cas qui s'y rattachent, la sécrétion mammaire est presque arrêtée; la vache n'étant pas traite, le peu de lactose élaboré par sa mamelle est résorbé et ensuite éliminé par la voie rénale.

» B. *Type à glucosurie intensive.* — Il semble, après l'examen raisonné des symptômes et l'étude anatomo-pathologique fournie par certains cas, qu'on doive envisager cette glucosurie comme étant d'origine bulbaire, par suite analogue à celle que détermine la piqûre du plancher du quatrième ventricule. Elle survient rapidement, peut atteindre en quelques heures 45ᵍ à 50ᵍ, dure peu et disparaît très vite. Mais cette glucosurie s'observe seulement lorsque la glande mammaire est en quelque sorte éteinte; dans ce cas, celle-ci se trouve dans l'impossibilité d'agir sur la grande quantité de glucose que lui apporte le sang artériel.

(¹) *Comptes rendus*, séance du 9 avril 1904.

» C. *Type à lactosurie intensive.* — Cette fois, la mamelle fonctionne assez activement (7^l à 8^l de lait). La diminution du lait est bien un symptôme assez constant dans la fièvre vitulaire, mais il y a cependant des cas où elle est peu prononcée et ce sont justement avec ceux-là qu'il est possible d'observer la lactosurie du troisième type actuel.

» L'excitation bulbaire, examinée dans le type précédent et qui provoque de la glucosurie, s'est également manifestée ici; mais le glucose, traversant cette fois une glande active, a pu être transformé en lactose; lequel, ensuite, a été éliminé par la voie rénale. Cette lactosurie (40^g et plus de sucre de lait par litre), comme la glucosurie du deuxième type, suit l'allure en général si rapide de la maladie; elle survient assez brusquement et disparaît de même.

» Ainsi donc, les considérations d'ordre expérimental, d'observation physiologique ou de nature pathologique, faisant l'objet de cette Note et des deux précédentes sur le même sujet, convergent toutes pour étayer solidement le rôle de la mamelle dans la formation du sucre de lait aux dépens du glucose apporté par le sang. »

CHIMIE PHYSIOLOGIQUE. — *Agglutination et hémolyse des globules sanguins par des précipités chimiques.* Note de M. **Gengou**, présentée par M. Roux.

« Bordet et Gengou ([1]) ont observé que certains précipités chimiques, insolubles ou presque insolubles, tels que le sulfate et le carbonate de baryum, l'oxalate et le fluorure de calcium, absorbent le fibrinferment et même, dans certains cas, le fibrinogène.

» Nous nous sommes proposé d'étudier l'action de ces précipités sur d'autres éléments, notamment sur les globules rouges, le sérum; nous avons employé $CaFl^2$ et $BaSO^4$. Une fois obtenus, ces précipités sont lavés dans une solution de NaCl à 6 pour 1000, jusqu'à ce que l'on ne puisse plus déceler l'un ou l'autre des sels constituants ($BaCl^2$ et Na^2SO^4 pour $BaSO^4$; $CaCl^2$ et NaFl pour $CaFl^2$) dans l'eau de lavage; on les conserve dans une solution de NaCl à 6 pour 1000.

» Nous avons constaté que ces précipités *agglutinent et hémolysent* les globules *lavés* de lapin, de bœuf et de poule ([2]); ces derniers présentent même une sensibilité

([1]) Bordet et Gengou, *Annales de l'Institut Pasteur*, 1904, n° 1.

([2]) Faits en discordance, tout au moins apparente, avec ceux qu'ont observés Landsteiner et Jagié sur l'action de l'acide silicique colloïdal sur les globules de lapin (*Wien. klin. Wochenschr.*, 1904, n° 3).

extrême, vis-à-vis de $CaFl^2$ tout au moins. Si l'on centrifuge les précipités employés dans ces recherches, les liquides limpides surnageants que l'on obtient de la sorte sont absolument inactifs sur les globules. Toutefois, en ce qui concerne la centrifugation de $CaFl^2$, elle doit être très prolongée; sinon on peut obtenir un liquide surnageant absolument limpide, inactif sur les globules de lapin et de bœuf, mais agissant encore sur les globules de poule, très sensibles; il est évident que, dans ce cas, le liquide limpide contient encore un peu de $CaFl^2$ en suspension, puisqu'on peut lui enlever toute activité par une centrifugation plus prolongée.

» De même que les liquides dans lesquels flottent les précipités que nous avons employés sont inactifs sur les globules, de même les solutions initiales des sels constituants ($CaCl^2$, $NaFl$ d'une part, $BaCl^2$, Na^2SO^4 de l'autre) qui ont servi à faire ces précipités, sont sans influence; il n'est donc pas douteux que l'agglutination et l'hémolyse des globules rouges, lavés par des émulsions de $CaFl^2$ et de $BaSO^4$, ne soient dues à la présence de ces précipités.

» Les doses actives minimales de ces poudres agglutinent les globules lavés, mais sans les hémolyser nettement; l'hémolyse n'est bien appréciable qu'avec des doses un peu plus fortes.

» Les propriétés de $CaFl^2$ et de $BaSO^4$ se constatent tout aussi bien à froid (+1° C.).

» $CaFl^2$ agglutine également les stromas des globules dissous par l'eau distillée.

» Nous avons aussi observé que de faibles doses de sérum de lapin, de cheval, de chien agglutinent très bien $CaFl^2$; le blanc d'œuf, même très dilué, agit de même. Contrairement à $CaFl^2$, $BaSO^4$ a une tendance à se déposer spontanément quand il est assez fortement dilué dans de l'eau physiologique (dans nos expériences, 1 à 5 gouttes de notre émulsion mère, additionnées de 20 gouttes de NaCl à 6 pour 1000, se déposent en une dizaine de minutes). $BaSO^4$ est très fortement agglutiné par le blanc d'œuf dilué même à $\frac{1}{2000}$, tandis que le sérum a la propriété de le maintenir en suspension très fine, qui ne se dépose que très lentement (plusieurs heures au lieu de 10 minutes).

» Ces propriétés du sérum, agglutinante pour $CaFl^2$, émulsionnante pour $BaSO^4$, ne sont pas abolies par un chauffage à 70° pendant 30 minutes.

» Le sérum protège les globules contre l'action agglutinante et hémolytique de $CaFl^2$ et de $BaSO^4$. On observe ce fait en ajoutant, à 18 gouttes d'eau physiologique, 1 goutte de sérum, 1 goutte de globules lavés et enfin 2 gouttes de $CaFl^2$ ou 5 gouttes de $BaSO^4$. Tandis que $BaSO^4$ finit par se séparer et que $CaFl^2$, agglutiné par le sérum, tombe, les globules, dans les deux cas, restent intacts et non agglutinés.

» Ces propriétés du sérum s'exercent aussi bien à froid qu'à la température ordinaire et se retrouvent dans le sérum oxalaté à 1 pour 1000, comme dans le sérum chauffé à 56°.

» Si l'on traite une petite quantité de sérum par des doses répétées de $CaFl^2$ ou de $BaSO^4$, on lui enlève toutes ses propriétés : il n'agglutine plus $CaFl^2$, il n'émulsionne plus $BaSO^4$ et ne protège plus les globules contre ces deux précipités.

» Saturons une certaine quantité de $CaFl^2$ de sérum de cheval renouvelé à plusieurs reprises, puis lavons ce $CaFl^2$ dans l'eau physiologique, jusqu'à ce que l'eau de lavage n'ait plus aucune action quelconque imputable à un reste de sérum; puis remettons ce $CaFl^2$ en suspension dans un volume connu d'eau physiologique. Cette émulsion est beaucoup plus opaque qu'une émulsion témoin de la même quantité de $CaFl^2$ neuf dans

le même volume d'eau physiologique. De plus, ce $CaFl^2$ saturé de sérum est absolument sans action sur des globules lavés.

» Au lieu de le saturer de sérum, on peut saturer $CaFl^2$ de globules d'cspèce A (lapin), c'est-à-dire en mettre tant qu'il ne puisse les dissoudre tous; on constate qu'il a alors également perdu toute action sur des globules d'espèce B (même très sensibles, comme ceux de poules). On peut montrer que cet arrêt est dû à l'épuisement du $CaFl^2$ lui-même et non à la teneur du liquide en hémoglobine ou autres substances globulaires dissoutes.

» Notons enfin que $CaFl^2$, employé à certaines doses, maintient en suspension le $BaSO^4$, qui, normalement, se dépose rapidement.

» Nous espérons pouvoir donner plus tard les détails de ces expériences et continuer nos recherches. »

PHYSIQUE BIOLOGIQUE. — *Sur la maladie de la tache jaune des chênes-lièges.* Note de M. F. **Bordas**, présentée par M. d'Arsonval.

« L'industrie du liège est depuis longtemps aux prises avec un problème qu'elle n'a pu résoudre d'une façon satisfaisante et qui lui occasionne des pertes sérieuses.

» Certains lièges fournissent des bouchons qui ont la propriété de communiquer aux liquides ce goût si désagréable qu'on appelle le *goût de bouchon.* Nous avons étudié la question et nous avons constaté que le bouchon communique le goût de bouchon aux liquides lorsqu'il est issu de planches piquées ou atteintes de la *tache jaune.*

» Ce point acquis, nous avons recherché les causes de cette maladie de la piqûre et nous avons trouvé qu'elle était due au développement de plusieurs moisissures et, en particulier, de l'*Aspergillus niger.*

» Si l'on ensemence, soit sur milieu solide ou sur le liquide de Raulin, des fragments de lièges prélevés sur ces taches jaunes qui garnissent les planches des lièges atteints de la piqûre, on obtient soit des cultures presque pures d'*Aspergillus niger* ou associé avec du *Penicillium glaucum.*

» L'expérience nous a montré que l'on peut facilement communiquer le goût de bouchon (qu'il ne faudrait pas confondre avec le goût de moisi) aux liquides en bouchant des bouteilles avec des bouchons piqués.

» Le goût de bouchon se développe plus rapidement dans les bouteilles contenant de l'eau que dans celles qui sont remplies de vin. Même parmi les eaux, il y a des différences très notables suivant la nature de l'eau. On obtient d'excellents résultats en employant des eaux très faiblement minéralisées.

» Les eaux à faible degré hydrotimétrique, comme les eaux issues de terrains granitiques, prennent en quelques jours le goût de bouchon.

» Si l'on examine les planches de liège piqué en pratiquant des coupes très fines et en faisant ensuite des cultures, on remarque que les mycéliums qui ont envahi le liège du côté de la croûte s'étendent souvent très loin dans la masse cellulaire.

» Ce fait explique comment il se peut qu'un bouchon, en apparence très sain, très souple, puisse, malgré cela, donner ultérieurement le goût de bouchon.

» On conçoit combien il est difficile de se prononcer *a priori* sur la valeur de tel ou tel bouchon et de dire s'il ne donnera pas aux liquides le goût de bouchon.

» Cette maladie de la *tache jaune* est malheureusement assez répandue; si l'on examine les arbres qui en sont atteints, on remarque que, d'une façon générale, le liège est touché d'un seul côté de l'arbre, du côté exposé aux pluies; en effet, le chêne mâle contient, dans les infractuosités de l'écorce, des moisissures nombreuses; les spores sont entraînées par l'eau et contaminent le chêne femelle.

» C'est le moyen de contamination le plus général; il y a aussi celui provoqué par les insectes et surtout les fourmis. On a cherché à détruire les insectes; on a même empiriquement, dans certaines régions, essayé la bouillie bordelaise, mais sans succès.

» Il serait préférable, à notre avis, de pratiquer à la base du liège mâle, dans le liège même, une rigole circulaire légèrement inclinée avec déversement, afin d'éviter le ruissellement de l'eau ayant lavé les parties supérieures de l'arbre sur le chêne femelle situé au-dessous.

» Nous pensons que des essais dans ce sens mériteraient d'être tentés surtout dans certaines de nos forêts d'Algérie qui sont plus particulièrement éprouvées par cette maladie. »

M. **Dussaud** adresse une Note « Sur un nouvel appareil de projection ».

A 4 heures et demie l'Académie se forme en Comité secret.

La séance est levée à 5 heures.

M. B.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

Ouvrages reçus dans la séance du 7 mars 1904.

Publications de la Commission internationale pour l'Aréostation scientifique. *Observations des ascensions internationales simultanées et des stations de montagne et de nuages;* t. I-II, décembre 1900-décembre 1901; janvier-mai 1903. Strasbourg, 1903; 2 vol. et 5 fasc. in-4°. (Présenté par M. Bouquet de la Grye.)

Sur le lavage antiseptique de l'intestin, par A. Gaducheau; I-IV. Bordeaux, Haïphong, Hanoï, 1903-1904; 4 fasc. in-8°.

Précis d'électricité médicale, par Ch. Chardin. Paris, A. Maloine, 1904; 1 vol. in-8°. (Hommage de l'auteur.)

Statistique sanitaire des villes de France pendant l'année 1902 *et Tableaux récapitulatifs des années* 1886 *à* 1902; Melun, imp. administrative, 1903; 1 vol. in-8°. (Pub. par le Ministère de l'Intérieur; direction de l'Assistance et de l'Hygiène publiques; Bureau de l'Hygiène publique.)

Annales d'hydrologie et de climatologie médicales, revue mensuelle publiée par la Société d'hydrologie médicale de Paris; Directeur, Albert Robin; t. IX, n° 1, janvier 1904. Paris, C. Naud; 1 fasc. in-8°.

Mémoires et compte rendu des travaux de la Société des Ingénieurs civils de France; 57e année, 6e série, Bulletin n° 1, janvier 1904. Paris, Hôtel de la Société; 1 fasc. in-8°.

Annales de l'École nationale d'Agriculture de Montpellier; nouvelle série, t. III, fasc. III; janvier 1904. Montpellier, Coulet et fils; 1 fasc. in-8°.

The cartouches of Mars, by Percival Lowell. (Extr. des *Proceedings american philosophical Society,* vol. XLII, n° 174.) Boston, 1903; 1 fasc. in-8°.

Ueber Klangfiguren gespanter Membranen und starrer Platten, v. Karl Antolik. Pozsony [Hongrie], C.-F. Wigand, 1904; 1 fasc. in-8°; 25 exemplaires. (Hommage de l'auteur.)

Ein System von Mitteln zur Verhütung schädlicher Hochwässer, v. Leo Anderlind. Leipzig et Breslau, Karl Scholtz, 1904; 1 fasc. in-8°. (Hommage de l'auteur.)

Résumé météorologique de l'année 1902 *pour Genève et le grand Saint-Bernard,* par R. Gautier, Genève, 1903; 1 fasc. in-8°.

Observations météorologiques faites aux fortifications de Saint-Maurice pendant l'année 1902 *: Résumé,* par R. Gautier et H. Duaime. Genève, 1903; 1 fasc. in-8°.

Climatology of California, by Alexander-G. Mc Adie. (U. S. Department of Agriculture. Weather Bureau; Bul. 1.) Washington, 1903; 1 vol. in-4°.

Ergebnisse einer Untersuchung über Veränderungen von Höhenunterschieden auf dem Telegraphenberge bei Potsdam, v. Dr R. Schumann. (*Veröffentlichung des königl. preussisch. geodätischen Institutes,* neue Folge, n° 14.) Berlin, P. Stankiewicz, 1904; 1 fasc. in-8°.

Veröffentlichungen der erdmagnetischen Observatoriums bei der königlichen Sternwarte in München. Munich, 1904; 1 fasc. in-4°.

Memorias de la Real Academia de Ciencias exactas, fisicas y naturales de Madrid; t. XIV. *Obras malacologicas de J.-G. Hidalgo;* parte I : *Estudios preliminares sobre la fauna malacologica de las islas Filipinas.* Atlas, laminas I-CL. Madrid, Don Louis Aguado, 1891-1901; 1 étui in-4°, contenant 151 pl. en couleurs. (Hommage de l'Académie des Sciences de Madrid.)

Faune entomologique de l'Afrique tropicale. Rhynchota æthiopica, auctore H. Schouteden. 1. *Scutellerinæ et Graphosomatinæ;* t. I, fasc. 1. (Annales du Musée du Congo : *Zoologie,* série III.) Bruxelles, 1903; 1 fasc. in-f°.

Ouvrages reçus dans la séance du 14 mars 1904.

Institut de France. Académie des Sciences morales et politiques. *Mémoire sur la condition civile des étrangers en France,* par E. Glasson, Membre de l'Institut, Doyen de la Faculté de Droit de l'Université de Paris; destiné à être soumis à la deuxième Assemblée générale de l'Association internationale des Académies, à Londres, en mai 1904. Paris, Alphonse Picard et fils, 1904; 1 fasc. in-8°. (10 exemplaires.)

Nouvelles Tables astronomiques et hydrographiques, par V. Bagay; édition stéréotype. Paris, Firmin-Didot père et fils, 1829; 1 vol. in-4°. (15 exemplaires de la réimpression, souscrits par l'Académie.)

Leçons sur l'intégration et la recherche des fonctions primitives, professées au Collège de France par Henri Lebesgue. Paris, Gauthier-Villars; 1904; 1 vol in-8°. (Présenté par M. Émile Picard.)

Le Noyer noir d'Amérique, arbre d'avenue à Toulouse, par le Dr D. Clos, Correspondant de l'Institut. s. l. n. d.; 1 fasc. in-8°. (Hommage de l'auteur.)

Revision des Cirrhipèdes appartenant à la collection du Muséum d'Histoire naturelle, par A. Gruvel; 1° *C. Pédonculés,* partie systématique; 3° *C. Operculés,* partie systématique. (Extr. des *Nouvelles Archives du Muséum d'Hist. nat.,* 4e série: *Mém.,* t. IV, p. 215-312; t. V, p. 96-170.) Paris, Masson et Cie, s. d.; 2 fasc. in-4°. (Présenté par M. Bouvier.)

Les expériences de tir contre la grêle, par M. Alfred Angot. (Extr. du *Mémorial des Poudres et Salpêtres,* t. XII.) Paris, Gauthier-Villars, s. d.; 1 fasc. in-8°. (Présenté par M. Mascart.)

Annales du Bureau central météorologique de France, pub. par M. E. Mascart, Directeur. Année 1900, II. *Observations.* Année 1901, I. *Mémoires;* II. *Observations,* 1er fasc.; III. *Pluies en France.* Paris, Gauthier-Villars, 1903; 4 vol. in-4°. (Présenté par M. Mascart.)

Annuaire de la Marine pour 1904. Paris, Imprimerie nationale. Octave Doin, éditeur, 1904; 1 vol. in-8°. (Envoi de M. le Ministre de la Marine.)

Faculté de Médecine de l'Université de Montpellier. *Prix Sviécicki : Règlement.* (Extr. du *Montpellier médical,* t. XVII, 1903.) Montpellier; 1 fasc., 4 p. in-8°.

Spokil, langue internationale; grammaire, exercices, les deux dictionnaires, par le D^r Ad. Nicolas. La Bourboule, chez l'auteur, 1904; 1 vol. in-8°.

Comptes rendus des séances de la deuxième Conférence sismologique internationale réunie à Strasbourg du 24 au 28 juillet 1903, rédigés par le Secrétaire de la Conférence, Prof. Dr Emil Rudolph. Leipzig, Wilhelm Engelmann, 1904; 1 vol. in-8°. (Envoi de M. le Ministre de l'Instruction publique.)

Pacific coral reefs, by Alexander Agassiz; I-III, text and plates. (*Mem. of the Museum of comparative Zoöl. at Harvard College*, vol. XXVIII.) Cambridge (États-Unis), 1903; 4 vol. in-8°. (Présenté par M. Edmond Perrier.)

The coral reefs of the Maldives, by Alexander Agassiz; text and plates. (*Mem. of the Museum of comparative Zoöl. at Harvard College*, vol. XXIX.) Cambridge (États-Unis), 1903; 2 vol. in-4°. (Présenté par M. Edmond Perrier.)

Determinazione della gravita relativa in 43 luoghi della Sicilia orientale, delle Eolie e delle Calabrie, per A. Ricco. Catane, C. Galatola, 1903; 1 fasc. in-4°. (Hommage de l'auteur. Présenté par M. de Lapparent.)

ERRATA.

(Séance du 14 mars 1904.)

Note de M. *L. Beulaygue*, Méthode de dosage des matières protéiques végétales :

La formule inscrite à la page 703 doit être ainsi complétée :

Pepsine extractive en paillettes (titre $\frac{1}{50}$).....	1g
Acide chlorhydrique pur (D = 1,171)........	1g (21 gouttes)
Eau distillée..............................	100$^{cm^3}$

On souscrit à Paris, chez GAUTHIER-VILLARS,
Quai des Grands-Augustins, n° 55.

Depuis 1835 les **COMPTES RENDUS** hebdomadaires paraissent régulièrement le *Dimanche*. Ils forment, à la fin de l'année, deux volumes in-4°. Deux Tables, l'une par ordre alphabétique de matières, l'autre par ordre alphabétique de noms d'Auteurs, terminent chaque volume. L'abonnement est annuel et part du 1er Janvier.

Le prix de l'abonnement est fixé ainsi qu'il suit :
Paris : 30 fr. — Départements : 40 fr. — Union postale : 44 fr.

On souscrit, dans les Départements,

	chez Messieurs :
Agen	Ferran frères.
Alger	Chaix. Jourdan. Ruff.
Amiens	Courtin-Hecquet.
Angers	Germain et Grassin. Gastineau.
Bayonne	Jérôme.
Besançon	Régnier.
Bordeaux	Feret. Laurens. Muller (G.).
Bourges	Renaud.
Brest	Derrien. F. Robert. Oblin. Uzel frères.
Caen	Jouan.
Chambery	Perrin.
Cherbourg	Henry. Marguerie.
Clermont-Ferr.	Juliot. Bouy.
Dijon	Nourry. Ratel. Rey.
Douai	Lauverjat. Degez.
Grenoble	Drevet. Gratier et Cie.
La Rochelle	Foucher.
Le Havre	Bourdignon. Dombre.
Lille	Thorez. Quarré.
Lorient	Baumal. Mme Texier.
Lyon	Bernoux et Cumin. Georg. Effantin. Savy. Vitte.
Marseille	Ruat.
Montpellier	Valat. Coulet et fils.
Moulins	Martial Place.
Nancy	Jacques. Grosjean-Maupin. Sidot frères.
Nantes	Guist'hau. Veloppé.
Nice	Barma. Appy.
Nîmes	Thibaud.
Orléans	Loddé.
Poitiers	Blanchier. Lévrier.
Rennes	Plihon et Hervé.
Rochefort	Girard (Mlles).
Rouen	Langlois. Lestringant.
St-Étienne	Chevalier.
Toulon	Ponteil-Burles. Rumèbe.
Toulouse	Gimet. Privat.
Tours	Boisselier. Péricat. Suppligeon.
Valenciennes	Giard. Lemaître.

On souscrit, à l'Étranger,

	chez Messieurs :
Amsterdam	Feikema Caarelsen et Cie.
Athènes	Beck.
Barcelone	Verdaguer.
Berlin	Asher et Cie. Dames. Friedlander et fils. Mayer et Müller.
Berne	Schmid Francke.
Bologne	Zanichelli.
Bruxelles	Lamertin. Mayolez et Audiarte. Lebègue et Cie.
Bucharest	Sotchek et Ce. Alcalay.
Budapest	Kilian.
Cambridge	Deighton, Bell et Ce.
Christiania	Cammermeyer.
Constantinople.	Otto Keil.
Copenhague	Höst et fils.
Florence	Seeber.
Gand	Hoste.
Gênes	Beuf.
Genève	Cherbuliez. Georg. Stapelmohr.
La Haye	Belinfante frères.
Lausanne	Benda. Payot et Cie.
Leipzig	Barth. Brockhaus. Kœhler. Lorentz. Twietmeyer.
Liège	Desoer. Gnusé.
Londres	Dulau. Hachette et Cie. Nutt.
Luxembourg	V. Bück.
Madrid	Ruiz et Cie. Romo y Fussel. Capdeville. F. Fé.
Milan	Bocca frères. Hœpli.
Moscou	Tastevin.
Naples	Marghieri di Gius. Pellerano.
New-York	Dyrsen et Pfeiffer. Stechert. Lemcke et Buechner
Odessa	Rousseau.
Oxford	Parker et Cie
Palerme	Reber.
Porto	Magalhaès et Moniz
Prague	Rivnac.
Rio-Janeiro	Garnier.
Rome	Bocca frères. Loescher et Cie.
Rotterdam	Kramers et fils.
Stockholm	Nordiska Boghandel.
St-Pétersbourg	Zinserling. Wolff.
Turin	Bocca frères. Brero. Clausen. Rosenberg et Sellier.
Varsovie	Gebethner et Wolff.
Vérone	Drucker.
Vienne	Frick. Gerold et Cie.
Zürich	Meyer et Zeller.

TABLES GÉNÉRALES DES COMPTES RENDUS DES SÉANCES DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

Tomes 1er à 31. — (3 Août 1835 à 31 Décembre 1850.) Volume in-4°; 1853. Prix........ 25 fr.
Tomes 32 à 61. — (1er Janvier 1851 à 31 Décembre 1865.) Volume in-4°; 1870. Prix........ 25 fr.
Tomes 62 à 91. — (1er Janvier 1866 à 31 Décembre 1880.) Volume in-4°; 1889. Prix........ 25 fr.
Tomes 92 à 121. — (1er Janvier 1881 à 31 Décembre 1895.) Volume in-4°; 1900. Prix........ 25 fr.

SUPPLÉMENT AUX COMPTES RENDUS DES SÉANCES DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES :

Tome I. — Mémoire sur quelques points de la Physiologie des Algues, par MM. A. Derbès et A.-J.-J. Solier. — Mémoire sur le Calcul des Perturbations qu'éprouv
les Comètes, par M. Hansen. — Mémoire sur le Pancréas et sur le rôle du suc pancréatique dans les phénomènes digestifs, particulièrement dans la digestion
matières grasses, par M. Claude Bernard. Volume in-4°, avec 32 planches; 1856........ 25
Tome II. — Mémoire sur les vers intestinaux, par M. P.-J. Van Beneden. — Essai d'une réponse à la question de Prix proposée en 1850 par l'Académie des Scie
pour le concours de 1853, et puis remise pour celui de 1856, savoir : « Étudier les lois de la distribution des corps organisés fossiles dans les différents terrains
» sédimentaires, suivant l'ordre de leur superposition. — Discuter la question de leur apparition ou de leur disparition successive ou simultanée. — Rechercher la
» nature des rapports qui existent entre l'état actuel du règne organique et ses états antérieurs », par M. le Professeur Bronn. In-4°, avec 7 planches; 1861.... 25 fr.

A la même Librairie les Mémoires de l'Académie des Sciences, et les Mémoires présentés par divers Savants à l'Académie des Sciences.

N° 15.

TABLE DES ARTICLES. (Séance du 11 avril 1904.)

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

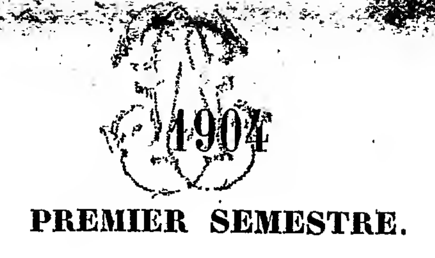
DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

RAPPORTS.

CORRESPONDANCE.

PARIS. — IMPRIMERIE GAUTHIER-VILLARS,
Quai des Grands-Augustins, 55.

Le Gérant : Gauthier-Villars.



PREMIER SEMESTRE.

COMPTES RENDUS

HEBDOMADAIRES

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES

PAR MM. LES SECRÉTAIRES PERPÉTUELS.

TOME CXXXVIII.

N° 16 (18 Avril 1904).

PARIS,

GAUTHIER-VILLARS, IMPRIMEUR-LIBRAIRE

DES COMPTES RENDUS DES SÉANCES DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES,

Quai des Grands-Augustins, 55.

1904

RÈGLEMENT RELATIF AUX COMPTES RENDUS

ADOPTÉ DANS LES SÉANCES DES 23 JUIN 1862 ET 24 MAI 1875

Les *Comptes rendus hebdomadaires des séances de l'Académie* se composent des extraits des travaux de ses Membres et de l'analyse des Mémoires ou Notes présentés par des savants étrangers à l'Académie.

Chaque cahier ou numéro des *Comptes rendus* a 48 pages ou 6 feuilles en moyenne.

26 numéros composent un volume.

Il y a deux volumes par année.

ARTICLE 1er. — *Impression des travaux de l'Académie.*

Les extraits des Mémoires présentés par un Membre ou par un associé étranger de l'Académie comprennent au plus 6 pages par numéro.

Un Membre de l'Académie ne peut donner aux *Comptes rendus* plus de 50 pages par année.

Toute Note manuscrite d'un Membre de l'Académie ou d'une personne étrangère ne pourra paraître dans le *Compte rendu* de la semaine que si elle a été remise le jour même de la séance.

Les Rapports ordinaires sont soumis à la même limite que les Mémoires; mais ils ne sont pas compris dans les 50 pages accordées à chaque Membre.

Les rapports et Instructions demandés par le Gouvernement sont imprimés en entier.

Les extraits des Mémoires lus ou communiqués par les Correspondants de l'Académie comprennent au plus 4 pages par numéro.

Un Correspondant de l'Académie ne peut donner plus de 32 pages par année.

Les *Comptes rendus* ne reproduisent pas les discussions verbales qui s'élèvent dans le sein de l'Académie; cependant, si les Membres qui y ont pris part désirent qu'il en soit fait mention, ils doivent rédiger, séance tenante, des Notes sommaires, dont ils donnent lecture à l'Académie avant de les remettre au Bureau. L'impression de ces Notes ne préjudicie en rien aux droits qu'ont ces Membres de lire, dans les séances suivantes, des Notes ou Mémoires sur l'objet de leur discussion.

Les Programmes des prix proposés par l'Académie sont imprimés dans les *Comptes rendus*, mais les Rapports relatifs aux prix décernés ne le sont qu'autant que l'Académie l'aura décidé.

Les Notices ou Discours prononcés en séance publique ne font pas partie des *Comptes rendus.*

ARTICLE 2. — *Impression des travaux des Savants étrangers à l'Académie.*

Les Mémoires lus ou présentés par des personnes qui ne sont pas Membres ou Correspondants de l'Académie peuvent être l'objet d'une analyse ou d'un résumé qui ne dépasse pas 3 pages.

Les Membres qui présentent ces Mémoires sont tenus de les réduire au nombre de pages requis. Le Membre qui fait la présentation est toujours nommé; mais les Secrétaires ont le droit de réduire cet Extrait autant qu'ils le jugent convenable, comme ils le font pour les articles ordinaires de la correspondance officielle de l'Académie.

ARTICLE 3.

Le *bon à tirer* de chaque Membre doit être remis à l'Imprimerie le mercredi au soir, ou, au plus tard, le jeudi à 10 heures du matin; faute d'être remis à temps, le titre seul du Mémoire est inséré dans le *Compte rendu* actuel, et l'extrait est renvoyé au *Compte rendu* suivant et mis à la fin du cahier.

ARTICLE 4. — *Planches et tirage à part.*

Les *Comptes rendus* ne contiennent ni planches, ni figures.

Dans le cas exceptionnel où des figures seraient autorisées, l'espace occupé par ces figures comptera pour l'étendue réglementaire.

Le tirage à part des articles est aux frais des auteurs; il n'y a d'exception que pour les Rapports et les Instructions demandés par le Gouvernement.

ARTICLE 5.

Tous les six mois, la Commission administrative fait un Rapport sur la situation des *Comptes rendus* après l'impression de chaque volume.

Les Secrétaires sont chargés de l'exécution du présent Règlement.

Les Savants étrangers à l'Académie qui désirent faire présenter leurs Mémoires par MM. les Secrétaires perpétuels sont priés de les déposer au Secrétariat au plus tard le Samedi qui précède la séance, avant 5h. Autrement la présentation sera remise à la séance suivante.

ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 18 AVRIL 1904,

PRÉSIDENCE DE M. MASCART.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADEMIE.

MÉCANIQUE CÉLESTE. — *Sur la méthode horistique de Gylden.* Note de M. **H. Poincaré.**

« Dans un Ouvrage intitulé *Nouvelles recherches sur les séries employées dans les théories des planètes* (Stockholm, imprimerie centrale, 1892), Gyldén a exposé deux méthodes qu'il appelle *horistiques;* la première de ces méthodes soulève d'assez graves objections; M. Backlund et moi, nous avons montré qu'elle conduisait, dans certains cas, à des résultats inadmissibles et qu'on ne devait l'employer qu'avec circonspection (Cf. *Comptes rendus,* t. CXXXII, p. 50 et 291; *Bulletin astronomique,* t. XIX, p. 433). J'ai pensé, en conséquence, qu'il y avait lieu d'examiner de plus près la seconde de ces méthodes et de la soumettre à la discussion. Rappelons d'abord en quelques mots en quoi elle consiste.

» Gyldén considère (*loc. cit.*, p. 227 et suiv.) l'équation suivante :

$$\frac{d^2 z}{dv^2} + z - \beta z^3 = X. \tag{1}$$

» Le coefficient de z que Gyldén appelle Z est une constante, du moins dans la partie de l'Ouvrage que je cite (p. 227 à 234); je puis donc prendre les unités de façon à le réduire à 1.

» Nous avons

$$X = -\sum A_n \cos G_n, \qquad G_n = 2\lambda_n v + B_n;$$

les A_n, B_n, λ_n ont des valeurs constantes données et $2\lambda_n$ est voisin de 1.

» Gyldén pose

$$z = \frac{y}{1+\psi},$$

de façon que ψ et y sont définies par les équations

$$(2) \qquad \frac{d^2\psi}{dv^2} - 2\nu^2\psi = (1-\psi)\nu^2 - \beta\frac{y^2}{1+\psi},$$

$$(3) \qquad \frac{d^2y}{dv^2} + (1-\nu^2)y = (1+\psi)X + \frac{2}{1+\psi}\frac{d\psi}{dv}\frac{dy}{dv} - \frac{2y}{(1+\psi)^2}\left(\frac{d\psi}{dv}\right)^2 y.$$

» Nous appelons ν^2 une constante choisie de telle sorte que ψ soit une série trigonométrique; et nous devons intégrer (2) et (3) en faisant d'abord $\psi = 0$ dans les seconds membres, puis à la deuxième approximation, en remplaçant, dans ces seconds membres, ψ par la valeur trouvée en première approximation, et ainsi de suite.

» On trouve ainsi :

$$(4) \qquad y = \sum x_n \cos G_n, \qquad x_n = \frac{A_n}{4\lambda_n^2 - 1 + \nu^2},$$

et ensuite

$$(5) \qquad \nu^2 = \frac{\beta}{2}\sum x_n^2, \qquad \psi = \sum \frac{\beta x_n x_p}{4(\lambda_n \pm \lambda_p)^2 + 2\nu^2}\cos(G_n \pm G_p).$$

» La seconde équation (4) et la première équation (5) permettent de calculer les x et ν^2 et donnent pour ces quantités des valeurs limitées.

» Il est évident qu'on n'a le droit d'opérer ainsi qu'à la condition que les termes négligés dans les seconds membres de (2) et (3) soient plus petits que ceux dont on tient compte. Or, nous avons, dans le second membre de (2), un terme pour lequel il peut y avoir doute et qu'il convient de discuter; c'est le terme

$$2\frac{d\psi}{dv}\frac{dy}{dv};$$

on trouve

$$(6) \qquad 2\frac{d\psi}{dv}\frac{dy}{dv} = \sum \frac{\beta x_i x_j x_n}{2(\lambda_i \pm \lambda_j)^2 + \nu^2}(\lambda_i \pm \lambda_j)\lambda_n \cos(G_i \pm G_j \pm G_n).$$

» Nous ne retiendrons que les termes critiques, c'est-à-dire ceux où le coefficient de v est voisin de 1. Il suffit pour cela de prendre

$$G_i + G_j - G_n \qquad \text{ou} \qquad G_i - G_j + G_n.$$

» Soient α une quantité de l'ordre de A_n, et σ une quantité de l'ordre de $2\lambda_n - 1$.

» Deux cas sont à distinguer : ou bien σ^3 est grand par rapport à $\beta\alpha^2$, et alors x est de l'ordre $\frac{\alpha}{\sigma}$ et ν^2 de celui de $\frac{\beta\alpha^2}{\sigma^2}$, et le terme général de (6) est, au plus, de l'ordre de

$$\frac{\beta x^3}{\sigma} = \frac{\beta\alpha^3}{\sigma^4} = x\frac{\beta\alpha^2}{\sigma^3},$$

généralement petit par rapport à x et même, dans certains cas, par rapport à α; dans ces cas, la méthode horistique est applicable, mais alors elle est inutile, puisque le terme dit *horistique* ν^2 est très petit par rapport à $4\lambda_n^2 - 1$.

» Ou bien σ^3 est petit par rapport à $\beta\alpha^2$, ou est du même ordre; alors x est de l'ordre de $\sqrt[3]{\frac{\alpha}{\beta}}$; le terme général de (6) est alors (si l'on prend $\lambda_i + \lambda_j$, $G_i + G_j - G_n$) de l'ordre de

$$\beta x^3 = \alpha.$$

» Il est donc de même ordre que X, c'est-à-dire que les termes dont on tient compte.

» Si nous supposons que X se réduit à un seul terme $-A\cos G$, et que nous supposions σ négligeable devant ν^2; il vient :

$$\nu = x\cos G, \qquad x = \frac{2A}{\beta x^2}, \qquad \nu^2 = \frac{\beta}{2}x^2,$$

$$\psi = \frac{\beta x^2}{4}\cos 2G, \qquad \frac{dy}{d\varphi} = -x\sin G, \qquad \frac{d\psi}{d\varphi} = -\frac{\beta x^2}{2}\sin 2G,$$

$$2\frac{dy}{d\varphi}\frac{d\psi}{d\varphi} = \beta x^3 \sin 2G \sin G = A(\cos 3G - \cos G).$$

» Il n'y a pas à retenir le terme en $\cos 3G$ qui n'est pas critique; mais le terme $-A\cos G$ est critique et l'on n'a pas le droit de le négliger, puisqu'il est juste égal au terme conservé X.

» Dans le cas où X se réduit à un seul terme, la méthode horistique *convenablement modifiée* est légitime, *non pas pour la recherche de la solution générale* de l'équation (1), mais pour celle d'une solution particulière qui est celle que j'appelle *solution périodique*. Cette méthode *correctement appliquée* donne

$$y = +\sqrt[3]{\frac{4A}{3\beta}}\cos G,$$

tandis que la formule de Gyldén donne

$$\gamma = \sqrt[3]{\frac{2A}{\beta}} \cos G.$$

» L'erreur de Gyldén est d'autant plus singulière qu'il a lui-même traité le cas où X se réduit à un seul terme, par des formules qui deviennent exactes quand on veut se borner à la solution périodique.

» Ce n'est pas méconnaître les services éminents que Gyldén a rendus à la Science, que de signaler les erreurs qu'il a pu commettre et qui pourraient tromper ses successeurs; je crois que c'est, au contraire, rendre service à sa mémoire; aussi ne crains-je pas de formuler nettement ma conclusion.

» Ceux qui voudront appliquer la méthode horistique risquent d'arriver à des résultats fantastiques; il y a des cas où elle peut être inoffensive; il n'y en a pas où elle peut être utile.

» On voit, *a fortiori*, combien est vaine l'illusion des personnes qui espèrent tirer de la méthode horistique des développements uniformément convergents au sens géométrique du mot.

» Quant à la conclusion finale de l'Ouvrage, à savoir que les termes d'ordre élevé de la fonction perturbatrice ne peuvent jamais produire de libration, elle est manifestement fausse. »

CHIMIE MINÉRALE. — *Sur la présence de l'argon dans les gaz des fumerolles de la Guadeloupe.* Note de M. **H. Moissan**.

« Notre confrère, M. A. Lacroix, ayant eu l'obligeance de recueillir à notre intention quelques échantillons de gaz des fumerolles de la Guadeloupe, nous en donnons aujourd'hui l'analyse.

» Ces échantillons présentent un certain intérêt, en particulier le premier, qui a été recueilli par déplacement au fond d'une dépression de terrain qui formait cuvette et qui était remplie d'eau à 96°. Les gaz ainsi obtenus ne peuvent donc pas être souillés d'air atmosphérique. Les flacons ont été fermés dans l'eau chaude acide, au milieu de laquelle barbotaient les bulles gazeuses. Lorsque nous avons ouvert ces flacons sur la cuve à mercure, une forte dépression nous a indiqué que nos appareils avaient bien conservé le vide partiel qui résultait de l'augmentation de température des gaz au moment où ils avaient été recueillis.

» Une analyse quantitative nous a démontré que ces gaz étaient très différents de ceux des fumerolles de la Martinique. Ils ne renferment ni méthane, ni hydrogène, ni oxyde de carbone.

» *Guadeloupe. Fumerolle du Nord.* — Le gaz, contenu dans un flacon de 1^l, était, bien entendu, saturé de vapeur d'eau. Il noircissait légèrement le mercure dès qu'il était à son contact et renfermait des traces de gaz acide chlorhydrique.

» Comme gaz absorbable par la potasse, il ne contenait que de l'acide carbonique et de l'hydrogène sulfuré. Ce dernier composé a été séparé par une solution de sulfate de cuivre. L'oxygène, qui s'y trouvait en petite quantité, a été analysé par le pyrogallate de potassium. Le résidu inabsorbable ne donnait pas de vapeur d'eau et d'acide carbonique par détonation avec l'oxygène (¹). Il ne diminuait pas de volume au contact du brome et du sous-chlorure de cuivre en solution acide. Enfin, nous avons pu doser, dans le gaz restant, l'argon au moyen du calcium métallique (²). Nous avons obtenu ainsi les chiffres suivants :

Eau	Gaz saturé
Acide chlorhydrique	Traces
Vapeur de soufre	Traces
Hydrogène sulfuré	$2^{cm^3},7$
Acide carbonique	52,8
Oxygène	7,5
Azote	36,07
Argon	0,73
Carbures d'hydrogène	Néant
Oxyde de carbone	Néant

» La petite quantité de liquide qui était restée dans le flacon au moment où l'on a recueilli les gaz présentait une réaction acide, contenait de l'hydrogène sulfuré, un peu d'acide chlorhydrique, des traces de fer et de chaux, et du soufre en suspension. Ce liquide ne renfermait pas d'acide sulfurique.

» *Guadeloupe. Fumerolle Napoléon.* — Les mêmes procédés, appliqués

(¹) Nous avons vérifié par la réaction de Stockes que ce gaz ne renfermait pas trace d'oxyde de carbone.

(²) H. Moissan, *Sur le dosage de l'argon dans l'air atmosphérique* (*Comptes rendus,* t. CXXXVII, 1903, p. 600).

aux gaz de la fumerolle Napoléon, nous ont donné les résultats ci-dessous:

Eau	Gaz saturé
Acide chlorhydrique	Néant
Vapeur de soufre	Traces
Hydrogène sulfuré	$4^{cm^3},5$
Acide carbonique	69,5
Oxygène	2,7
Azote	22,32
Argon	0,68
Hydrogène	Néant
Carbure d'hydrogène	Néant
Oxyde de carbone	Néant

» Le liquide qui restait dans le flacon était très acide, saturé d'acide carbonique; il ne contenait pas d'acide chlorhydrique, mais renfermait une notable quantité d'acide sulfurique. On y trouvait, en suspension, un dépôt contenant du soufre et une petite quantité de sels de chaux et de sesquioxyde de fer.

» Ce dernier échantillon est plus curieux que le précédent à cause de sa faible teneur en oxygène. La quantité d'argon, bien qu'un peu plus faible que dans la fumerolle du Nord, s'élève encore à 0,68 et nous reconnaissons que cet élément s'est rencontré dans tous les gaz des fumerolles que nous avons analysés jusqu'ici (1).

» En résumé, ces deux échantillons de la Guadeloupe paraissent appartenir à ces dégagements de gaz volcaniques dans lesquels les produits carbonés sont complètement brûlés, par suite d'un appel d'air, ainsi que Fouqué l'a démontré pour les éruptions de Santorin. La petite quantité d'hydrogène sulfuré qui, dans les deux cas, reste dans ces gaz a pu échapper à la combustion par suite de l'excès de vapeur d'eau dans laquelle elle était noyée, ou bien elle peut provenir de réactions secondaires qui se sont produites à température élevée en présence de la vapeur d'eau. »

(1) H. Moissan, *Sur la présence de l'argon, de l'oxyde de carbone et des carbures d'hydrogène dans les gaz des fumerolles du mont Pelé à la Martinique* (*Comptes rendus*, t. CXXXV, 1902, p. 1085).

CHIMIE MINÉRALE. — *Action du silicium sur l'eau à une température voisine de* 100°. Note de MM. **H. Moissan** et **F. Siemens**.

« On a regardé jusqu'ici le silicium pur comme n'attaquant pas l'eau à la température de 100°. Cependant, si l'on place du silicium amorphe bien pur ou du silicium cristallisé, réduit en poudre fine, dans un petit tube de verre contenant de l'eau distillée à la température de 95°, on reconnaît qu'après 6 heures à 12 heures de contact, il y a décomposition de cette eau, et production de silice hydratée. En effet, si l'on emploie des cristaux très minces de silicium qui se laissent traverser par la lumière en prenant une coloration jaune, comme M. Vigouroux l'a démontré ([1]), on voit, au microscope, qu'à la fin de l'expérience chaque cristal est entouré d'une gaine transparente de silice hydratée. L'expérience a été répétée un grand nombre de fois avec différents échantillons de silicium et les résultats ont toujours été identiques. Il faut avoir soin seulement de ne pas trop agiter le silicium dans l'eau.

» Nous avons pu du reste mettre en évidence cette décomposition de l'eau par le silicium d'une autre façon.

» Nous avons placé le silicium en poudre au fond d'un tube à essai d'un diamètre assez grand et rempli d'eau distillée. Au-dessus de ce silicium, se trouvait un petit entonnoir renversé qui supportait un tube fermé à l'une de ses extrémités et rempli d'eau afin de pouvoir recueillir les gaz s'il s'en dégageait. Tout le système est disposé dans un bain-marie maintenu à une température de 95° à 98° et abandonné à lui-même. Après plusieurs heures, on voit nettement se former de petites bulles à la surface du silicium, petites bulles qui finissent par se détacher et se réunir dans le tube retourné et plein d'eau.

» Le gaz, ainsi recueilli, est formé d'une petite quantité d'air et, en grande partie, d'hydrogène que nous avons fait détoner dans l'eudiomètre.

» D'autre part, si l'on maintient l'appareil à une température voisine de 100° pendant un temps assez long, on peut recueillir le composé d'apparence hyaline qui se forme lentement dans cette réaction. Si l'on fait l'analyse de ce composé, on reconnaît qu'il répond à la formule de la silice hydratée.

([1]) Vigouroux, *Le silicium et les siliciures métalliques* (*Ann. de Phys. et de Chim.*, 7e série, t. XII, 1897, p. 64).

» Nous avons fait cette expérience avec le silicium amorphe pur, avec le silicium cristallisé de Deville, avec celui de Wöhler, et nous avons toujours trouvé le même résultat. Mais, comme il nous paraissait difficile d'admettre la décomposition de l'eau par le silicium à une température aussi basse, nous avons répété ces expériences en opérant dans du platine et en employant une eau distillée préparée dans un alambic de même métal. Dans ces nouvelles conditions, la décomposition de l'eau ne se produit plus, même si l'on prolonge l'expérience pendant 12 ou 24 heures. Chaque mince cristal de silicium reste complètement brillant, ne s'entoure pas de silice et ne détermine aucun dégagement gazeux.

» Il en est de même si l'on opère encore dans le verre, mais en ayant soin d'ajouter, à l'eau, une trace d'acide, par exemple d'acide fluorhydrique. Au contraire, la décomposition va se produire même dans le platine, si nous additionnons l'eau distillée d'une goutte de soude, de potasse et même d'ammoniaque.

» Enfin, nous allons exagérer cette réaction, si nous répétons cette expérience dans du verre, en présence d'une trace d'ammoniaque.

» A la suite de ces dernières expériences, l'interprétation de la réaction devient, dès lors, très simple. La petite quantité d'alcali, cédée par le verre à l'eau, permet à la réaction de s'amorcer et de se poursuivre. Nous sommes en présence de l'action d'une solution alcaline étendue sur le silicium et la décomposition lente, mais continue, que nous venons d'indiquer s'explique aisément.

» Il se produit tout d'abord, même en solution très étendue, du silicate de potassium et de l'hydrogène, en vertu de la réaction bien connue

$$Si + 2NaOH + H^2O = SiO^2Na^2 + 2H^2,$$

puis la petite quantité de silicate alcalin produite est dissociée par l'eau, il se forme de la silice hydratée et l'alcali, mis en liberté, attaque une nouvelle quantité de silicium.

» De sorte qu'une quantité très faible d'alcali peut servir à transformer une quantité relativement grande de silicium en silice hydratée avec dégagement d'hydrogène.

» Pour plus de certitude, nous avons tenu à répéter cette expérience dans un vase de silice fondue préparé par la maison Hœreus de Hanau. Dans ces conditions, l'eau distillée, ayant été préparée dans un alambic de platine, n'attaquait pas le silicium, parce qu'elle ne contenait pas trace d'alcali.

» Ces expériences sur l'influence que peut exercer, sur une décomposition, une trace d'alcali fournie par le verre, viennent donc à l'appui des considérations émises par la Commission internationale des poids atomiques sur le danger d'employer des appareils de verre pour certaines analyses particulièrement délicates. »

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Une nouvelle fonction entière.* Note de M. G. MITTAG-LEFFLER.

« Dans ma Note du 12 octobre de l'année dernière, j'ai introduit une nouvelle fonction entière possédant la propriété de s'approcher indéfiniment de zéro quand la variable indépendante va vers l'infini le long d'un vecteur déterminé quelconque.

» Cette fonction a le défaut d'être assez compliquée et il est difficile de se rendre compte, par des formules approximatives, de sa valeur dans différentes parties du plan.

» Mais, d'un autre côté, une fonction de cette nature, comme je le montrerai dans la suite par un certain exemple, peut servir utilement dans des recherches assez subtiles. C'est donc un problème qui n'est pas dépourvu d'intérêt que de trouver une nouvelle fonction n'ayant plus l'inconvénient de celle que j'ai introduite la première.

» On obtient une telle fonction par l'intermédiaire de l'intégrale

$$\frac{1}{2\pi i}\int_L e^{e^z} e^{-e^{e^z}} \frac{dz}{z-x},$$

où le contour L, qui doit être parcouru dans le sens direct, est le même que le contour d'intégration de l'intégrale

$$\int_L e^{e^z} \frac{dz}{z-x}$$

que j'ai considérée dans ma Note du 11 avril dernier; c'est-à-dire que ce contour est composé en partie de deux droites parallèles à l'axe des z, infinies dans le sens positif de cet axe et situées de côté et d'autre de lui à une distance intermédiaire entre $\frac{\pi}{2}$ et $\frac{3\pi}{2}$ et en partie par une droite réunissant ces parallèles, orthogonale à l'axe réel et coupant cet axe en un point arbitraire. En supposant x situé du même côté de L que les points réels

négatifs infiniment distants, cette nouvelle intégrale définit une fonction entière de x, soit $E(x)$, et l'égalité

$$E(x) = \frac{1}{2\pi i}\int_L e^{e^z} e^{-e^{e^z}} \frac{dz}{z-x}$$

a lieu pour tous ces points x.

» On démontre sans difficulté que la fonction $E(x)$ a le caractère demandé. Je n'entrerai pas ici dans une étude plus approfondie de la fonction. Je ferai seulement la remarque suivante :

» Faisons

$$\frac{E[\omega(x-1)]}{E(0)} = \sum_{\nu=0}^{\infty} K_\nu(\omega) x^\nu.$$

Chacune des constantes $K_\nu(\omega)$ est une fonction entière de ω.

» Nous pouvons substituer les $K_\nu(\omega)$ aux $H_\nu(\omega)$ qui figuraient dans ma Note du 11 avril et qui étaient d'une nature beaucoup plus compliquée.

» On obtient alors, en donnant à $\mathfrak{A}$ et à $F\mathfrak{A}(x)$ la même signification que dans cette Note, la formule

$$F\mathfrak{A}(x) = \lim_{\omega=\infty} \sum_{\nu=0}^{\infty} (k_0 + k_1 x + \ldots + k_\nu x^\nu) K_{\nu+1}(\omega)$$

où l'égalité a lieu pour chaque point régulier de $F\mathfrak{A}(x)$ et où le second membre converge de la même manière que l'expression

$$\lim_{\omega=\infty} \sum_{\nu=0}^{\infty} (k_0 + k_1 x + \ldots + k_\nu x^\nu) H_{\nu+1}(\omega)$$

dans ma Note du 11 avril. »

MÉCANIQUE. — *Modifications permanentes.* — *Sur les propriétés des systèmes affectés à la fois d'hystérésis et de viscosité.* Note de M. **P. Duhem**.

« M. Marcel Brillouin a donné autrefois (¹) une théorie des modifications permanentes; en cette théorie, il a émis l'hypothèse suivante : Un grand nombre de modifications, en apparence spontanées, qui semblent

(¹) Marcel Brillouin, *Journal de Physique*, 2ᵉ série, t. VII, 1888.

se produire à température constante et sous action extérieure constante, sont dues, en réalité, à une accumulation de changements permanents produits par des oscillations très petites et très nombreuses de la température et des actions extérieures.

» La théorie de l'hystérésis que, depuis plusieurs années, nous nous efforçons de construire nous a amené à reprendre [1] et à développer l'hypothèse de M. M. Brillouin. Les belles recherches expérimentales de M. L. Marchis [2] sur le déplacement du zéro du thermomètre à mercure et de M. H. Chevallier [3] sur la variation de résistance électrique de l'alliage platine-argent ont apporté, d'ailleurs, à l'hypothèse de M. Brillouin, d'importantes confirmations; elles ont mis en évidence le rôle essentiel que les oscillations de la température jouent en ces altérations.

» D'autres physiciens ont institué, au sujet d'autres modifications, spontanées en apparence, des expériences analogues; mais ces expériences n'ont manifesté aucune influence exercée par les petites oscillations des actions extérieures ou n'ont manifesté qu'une influence négligeable. Il y a, entre leurs observations et celles de M. Marchis et de M. Chevallier, une contradiction apparente qui vaut la peine d'être dissipée.

» On y parvient aisément en faisant usage des lois générales de la Dynamique des systèmes affectés d'hystérésis, telles que nous les avons récemment développées [4]. Lord Kelvin, P.-G. Tait, Lord Rayleigh et H. von Helmholtz ont montré l'intérêt qu'il y avait à compléter le principe de d'Alembert par l'introduction des actions de viscosité. Selon ces auteurs, *on tire des équations de l'équilibre d'un système les équations du mouvement de ce même système en ajoutant à chaque action extérieure l'action d'inertie et l'action de viscosité qui correspondent à la même variable*. Cette forme généralisée du Principe de d'Alembert est celle dont nous avons fait un conti-

---

(1) *Sur les déformations permanentes et l'hystérésis*. Premier Mémoire (*Mémoires de l'Académie de Belgique*, t. LIV). — Septième Mémoire (*Ibid.*, t. LXII).

(2) L. Marchis, *Les modifications permanentes du verre et le déplacement du zéro des thermomètres* (*Mémoires de la Soc. des Sc. phys. et nat. de Bordeaux*, 5e série, t. IV, 1898, p. 67).

(3) H. Chevallier, *Sur les variations permanentes de résistance électrique des fils d'alliage platine-argent soumis à des variations de température* (*Mémoires de la Soc. des Sc. phys. et nat. de Bordeaux*, 5e série, t. V, 1901, p. 385).

(4) *Sur les déformations permanentes et l'hystérésis*. Septième Mémoire : *Hystérésis et viscosité* (*Mémoires de l'Académie de Belgique*, t. LXII, 1902).

nuel usage dans l'étude des systèmes dénués d'hystérésis; c'est aussi celle que nous avons étendue aux systèmes affectés d'hystérésis.

» Considérons un système défini, hors la température T, par une seule variable normale x et soit X l'*action extérieure* correspondante. Désignons par J l'*action d'inertie* et par V l'*action de viscosité*. On passera des équations statiques de l'hystérésis aux équations dynamiques en substituant à l'action extérieure X l'*action totale* $Z = X + J + V$.

» Dans un grand nombre de cas, la valeur des actions X et J est donnée par les conditions de l'expérience, tandis que l'action de viscosité V demeure inconnue; aussi désignerons-nous la somme $Y = X + J = Z - V$ comme étant l'*action observable*. Le point (Y, x) est un point du *tracé observable*, tandis que le point (Z, x) est un point du *tracé complet*. Le tracé complet se compose d'ascendantes et de descendantes associées selon les règles de la statique des systèmes à hystérésis; le tracé observable peut avoir une forme extrêmement différente. La comparaison de ces deux tracés nous a déjà fourni plusieurs propositions essentielles pour l'étude dynamique des systèmes affectés d'hystérésis; c'est elle encore qui nous servira à résoudre le problème qui nous occupe.

» Pour plus de simplicité, nous supposerons que le variable x soit une *variable sans inertie;* cette supposition est rigoureusement exacte pour le cas où x est une aimantation ou une variable chimique; elle est à peu près exacte lorsque x représente la longueur d'un fil tendu. Dès lors, J sera nul; on aura $Y = X = Z - V$.

» Nous supposerons également, comme on le fait presque toujours, que l'action de viscosité V est proportionnelle à la vitesse $\frac{dx}{dt} = x'$, en sorte que $V = -\varphi(x, T)x'$; le *coefficient de viscosité* φ est nécessairement positif.

» Supposons que la valeur de l'action observable X oscille entre deux limites voisines A_0, A_1. Selon une discussion précédemment donnée (1), il peut arriver, pendant un certain temps, que, malgré les continuels changements de signe de $X' = \frac{dX}{dt}$, x' garde un signe invariable; puis,

(1) *Sur les déformations permanentes et l'hystérésis.* Septième Mémoire : *Hystérésis et viscosité*, Chapitre III, § 9 (*Mémoires de l'Académie de Belgique*, t. LXII, 1902).

pendant un autre temps, que x' subisse autant de changements de signe que X' en éprouve.

» Bornons-nous, aujourd'hui, à considérer le premier cas et supposons, pour fixer les idées, x' constamment positif.

» A l'instant t_0; x, X, x' ont des valeurs déterminées x_0, X_0, x'_0; nous nous proposons de comparer la variation de x lorsque X oscille constamment entre A_0 et A_1 à la variation que subirait x si X gardait constamment la valeur x_0.

» x' étant, par hypothèse, constamment positif durant le temps considéré, le *tracé complet* se réduit, dans les deux cas, à une ascendante unique; et, dans les deux cas, cette ascendante est la même, car le point de départ (X_0, x_0) est le même.

» Par conséquent, à une valeur donnée de x correspond, dans les deux cas, une même *action totale*. Soient x' la vitesse dans le premier cas et y' dans le second. Pour chaque valeur de x, nous devons avoir

$$X - v(x)x' = X_0 - v(x)y',$$

ou bien

$$v(x)(x' - y') = X - X_0.$$

Mais $(X - X_0)$ est, en valeur absolue, au plus égal à $(A_0 - A_1)$; si donc $(A_0 - A_1)$ est petit par rapport au coefficient de viscosité v, $(x' - y')$ est petit. Lorsque le système passe par une valeur donnée de x, il y passe, dans les deux cas, sensiblement avec la même vitesse; il subit donc, dans un même temps, sensiblement la même transformation.

» Ainsi, *tant que la vitesse de transformation x' garde un signe invariable, de petites oscillations éprouvées par l'action observable au voisinage d'une valeur moyenne constante exercent seulement une faible influence sur les modifications d'un système affecté d'hystérésis et de viscosité, pourvu que le coefficient de viscosité soit grand par rapport à l'oscillation que peut éprouver la valeur de l'action observable.* »

MÉCANIQUE APPLIQUÉE. — *Influence des pressions latérales sur la résistance des solides à l'écrasement.* Note de M. CONSIDÈRE.

« *Rappel de faits connus.* — Le 25 août et le 8 septembre 1902, j'ai fait à l'Académie des Sciences des Communications dont les conclusions peuvent être résumées ainsi :

» L'écrasement des solides ne peut pas se produire sans gonflement transversal. On combat donc l'écrasement en combattant le gonflement. L'un des moyens qu'on peut employer pour obtenir ce résultat consiste à fretter les corps solides.

» De nombreuses expériences ont été faites sur des prismes de mortier ou de béton dans lesquels on avait noyé, près de la surface, des hélices de métal dont les spires successives étaient assez rapprochées les unes des autres pour exercer des pressions sur toute la surface du noyau fretté lorsqu'il tendait à se gonfler. Les résultats obtenus sont les suivants :

» Si l'on représente par C la résistance naturelle à l'écrasement du mortier employé et par P la pression par unité de surface latérale que le frettage exerce, à un moment donné, sur le noyau qu'il entoure, la résistance par unité de surface que le prisme fretté offre à l'écrasement est égale à $1,5\,C + 4,8\,P$.

» $4,8\,P$ est la résistance à l'écrasement d'un prisme de mêmes dimensions qui serait formé de grains du même mortier n'ayant entre eux aucune cohésion. Cette résistance ne peut donc avoir d'autre cause que le frottement.

» Le premier terme $1,5\,C$, d'autant plus important que le solide a une plus grande résistance propre, a pour cause la cohésion que le rapprochement des molécules exalte ou manifeste plus complètement.

» Ces résultats ont pour l'art des constructions une importance qui a été mise en lumière dans des publications techniques ; ils présentent aussi de l'intérêt au point de vue des propriétés générales des corps solides. Il a paru d'autant plus important de les vérifier par un autre mode d'expérimentation que les essais de prismes frettés ont été faits dans des limites peu étendues de pression.

» Grâce au concours obligeant de M. Mesnager et avec l'aide de M. Mercier, j'ai pu faire de nouvelles expériences en mesurant la résistance à l'écrasement de prismes de mortier plongés dans un liquide en pression.

» *Prismes imperméables immergés dans l'eau en pression.* — Les solides soumis aux expériences étaient formés de mortier renfermant 300^{kg} ou 600^{kg} de ciment par mètre cube de sable et âgés de 10 à 126 jours.

» On leur a donné la forme du cylindre dans le but d'éviter, autant que possible, les angles vifs qui augmentent les difficultés d'exécution et les chances d'insuccès. Avec le diamètre de 30^{mm}, on a adopté la longueur relativement grande de 80^{mm}, afin que la résistance des cylindres au milieu de leur longueur fût indépendante du frottement variable des bases sur les sommiers qui les comprimaient.

» Pour que la pression du liquide ambiant produisît l'effet d'un frettage, il fallait qu'elle ne pénétrât pas à l'intérieur du mortier. Dans le but d'obtenir ce résultat, on a lissé les surfaces rugueuses des cylindres en y appliquant de très minces enduits de ciment pur et on les a ensuite recouvertes à chaud de couches de cire de $1^{mm},5$ à 2^{mm} d'épaisseur.

» Chaque cylindre ainsi préparé a été placé sur le fond d'un pot de presse et le piston pénétrant par un joint à cuir embouti a été mis en contact avec sa face supérieure. On a comprimé l'eau renfermée dans le pot de presse à la pression qu'on voulait expérimenter et ensuite on a exercé sur le piston une pression croissant jusqu'à l'écrasement du mortier.

» Au cours de quelques expériences, la pression de l'eau a subi un brusque abaissement résultant de sa pénétration dans le mortier à travers l'enduit de cire. On a éliminé ces essais. On a retenu les 65 autres et l'on a consigné les résultats obtenus dans le Tableau suivant en groupant ensemble les chiffres relatifs à des mortiers de même dosage ayant sensiblement la même résistance propre et en indiquant les moyennes.

» Les pressions et les résistances sont exprimées par centimètre carré.

Poids de ciment par mètre cube de sable.	Age du mortier.	Résistance du mortier immergé dans l'eau comprimée à				
		0^{kg}.	20^{kg}.	50^{kg}.	100^{kg}.	150^{kg}.
kg	jours	kg	kg	kg	kg	kg
300	46	53,2	»	370,1	565,0	»
»	126	74,3	227,1	»	523,3	645,2
600	34	92,2	»	460,8	704,4	»
»	126	170,4	317,8	»	728,6	934,7

» Les chiffres de ce tableau sont représentés dans l'épure ci-après. On a pris pour abscisses les pressions de l'eau renfermée dans le pot de presse et pour ordonnées les résistances à l'écrasement correspondantes.

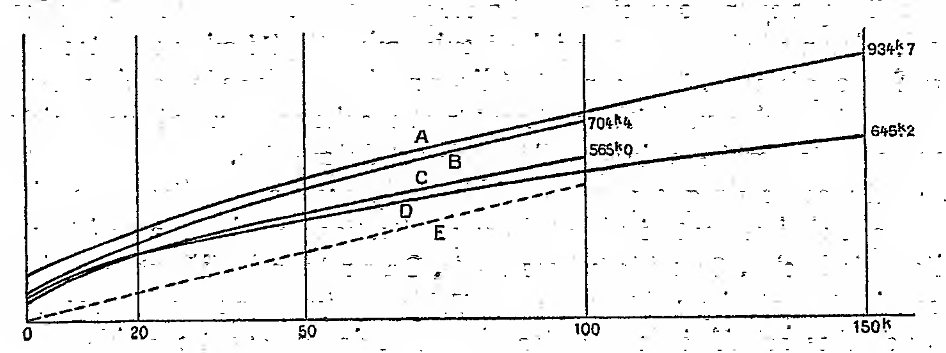
» Les quatre séries d'expériences sont représentées par quatre courbes A, B, C, D, tracées en traits pleins. L'ordonnée de chacune qui correspond à l'abscisse zéro, est la résistance propre du mortier essayé sans compression latérale.

» La ligne droite pointillée OE indique les valeurs du terme $4,8\,P$, c'est-à-dire les résistances que des cylindres formés de grains de mortier n'ayant entre eux aucune cohésion auraient données en vertu du seul frottement.

» Les parties d'ordonnées comprises entre la droite OE et les courbes A,

B, C, D donnent donc les valeurs des augmentations de résistance produites par la cohésion.

» Les courbes A, B et, à un degré un peu moindre, la courbe C concordent bien avec la formule indiquée en 1902, sous cette réserve naturelle que l'augmentation de 50 pour 100 de la résistance du béton ne se produit que



progressivement à mesure que la pression latérale augmente. Elle atteint sa valeur maximum, ou peu s'en faut, dès que la pression s'élève à 40^{kg} ou 50^{kg}.

» La courbe D présente une anomalie et indique une progression moins rapide de la résistance. Mais le point extrême, le seul qui ne concorde pas sensiblement avec l'allure des autres courbes, représente la moyenne des résultats donnés par trois cylindres seulement, dans lesquels il a pu se produire des rentrées d'eau trop faibles pour appeler l'attention, mais suffisantes cependant pour diminuer notablement la résistance. Cette éventualité paraîtra assez vraisemblable si l'on remarque que, pour ces trois cylindres, la pression de l'eau était maximum et que la porosité l'était aussi par suite de la proportion exceptionnellement faible du ciment employé, proportion bien inférieure à celles que présentent les mortiers utilisés dans les maçonneries.

» Sauf cette anomalie, les expériences dont il vient d'être rendu compte et qui ont porté sur 65 cylindres, confirment la règle formulée en 1902, à la condition de la modifier légèrement ainsi :

» *La résistance à l'écrasement d'un prisme formé d'un mortier ayant une résistance propre* C *qu'on soumet à une pression* P *sur toute sa surface latérale, est égale à* $AC + 4,8P$. *Le coefficient* A *est égal à l'unité quand la pression* P *est nulle; il augmente avec elle et atteint, sous la pression de* 40^{kg} *à* 50^{kg}, *la valeur* 1,5 *qu'il conserve sous les pressions plus élevées.*

» Toutes les expériences ont porté sur des mortiers ou bétons. Elles ont confirmé, pour ces matériaux, les considérations théoriques développées dans les Communications précitées; d'où résulte cet énoncé plus général :

» *La résistance à l'écrasement d'un solide ayant une résistance propre* C *et un angle de frottement* f *est égale à* $AC + \frac{P}{\tan^2\left(\frac{\pi}{4} - \frac{f}{2}\right)}$ *lorsqu'on exerce une pression* P *sur sa surface latérale.* A *est, au moins, égal à l'unite.*

» Ce résultat concorde avec celui de l'analyse mathématique que M. Aug. Pourcel a communiquée le 11 janvier 1904 à l'Académie des Sciences.

» Il importe d'ajouter que la ductilité des mortiers et bétons est environ vingt fois plus forte quand on les écrase dans l'eau en pression que lorsqu'ils sont à l'état naturel.

» *Prismes pénétres par l'eau en pression.* — J'ai fait des expériences différant des précédentes en ce seul point que le mortier n'était pas enduit de cire. Pour les cylindres formés de mortier maigre que l'eau en pression pénétrait complètement, l'augmentation de résistance a été égale à la pression du liquide. Tout s'est donc passé comme si le liquide entourait complètement les molécules et les comprimait dans tous les sens. Le principe d'Archimède est, par suite, applicable aux molécules des corps poreux aussi bien qu'à l'ensemble et aux fragments quelconques de ces corps.

» On a essayé aussi des cubes de pâte de ciment pur. L'augmentation de leur résistance a été intermédiaire entre celles qu'on a constatées pour les cylindres enduits de cire et pour les mortiers très perméables. Ce résultat est expliqué par les expériences de M. Le Chatelier qui ont montré combien lentement le ciment pur est pénétré par l'eau.

» On démontrera ailleurs que les faits énoncés plus haut permettront de réduire de beaucoup les dimensions adoptées pour les massifs de fondation pénétrant profondément dans l'eau ou le sol. »

MÉMOIRES PRÉSENTÉS.

M. **Albert Nodon** demande l'ouverture d'un pli cacheté déposé par lui le 12 juin 1893 et dont le dépôt a été accepté.

Ce pli, ouvert en séance par M. le Président, renferme une « Note sur la Chromostéréoscopie ».

Cette Note est renvoyée à l'examen de M. Lippmann.

CORRESPONDANCE.

M. le **Secrétaire perpétuel** signale, parmi les pièces imprimées de la Correspondance :

Le premier *Bulletin de l'Œuvre des colonies scolaires de vacances,* fondée sous le patronage de M. Brouardel.

M. **Andoyer** prie l'Académie de vouloir bien le comprendre parmi les candidats à la place laissée vacante, dans la Section d'Astronomie, par le décès de M. *Callandreau.*

(Renvoi à la Section d'Astronomie.)

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur certaines équations différentielles ordinaires du second ordre.* Note de M. **S. Bernstein**, présentée par M. E. Picard.

« Nous nous proposons d'indiquer dans cette Note quelques propositions relatives à la détermination d'une *caractéristique* (courbe intégrale) d'une équation différentielle du second ordre assujettie à passer par deux points réels fixes. La méthode des approximations successives de M. Picard nous sert naturellement de base, mais le point essentiel pour nous consiste dans l'introduction d'un paramètre arbitraire qui permet de réduire le problème en question à celui du *prolongement analytique.*

» Voici d'abord une proposition fondamentale qui peut d'ailleurs être aussi transportée *mutatis mutandis* aux équations aux dérivées partielles :

» Théorème I. — *Soit $y = \varphi(x)$ une caractéristique régulière depuis $x = 0$ jusqu'à $x = b (b > 0)$ de l'équation*

$$y'' = f(x, y, y'), \tag{1}$$

f étant analytique et continue pour toute valeur réelle finie de x, y, y' et vérifiant l'inégalité

$$\frac{\partial f}{\partial y} > 0. \tag{2}$$

Il est possible de fixer un nombre δ de module assez petit, tel qu'il existe une

autre caractéristique régulière $Y = \Phi(x, \delta)$, Φ *étant analytique par rapport à* δ *et satisfaisant aux conditions* $\Phi(0, \delta) = \varphi(0)$ *et* $\Phi(b, \delta) - \varphi(b) = \delta$.

» Du théorème I on peut déduire d'une façon générale :

» THÉORÈME II. — *Si l'équation* (1) [*la condition* (2) *étant remplie*] *admet deux caractéristiques régulières passant l'une par les points* $O(0, 0)$ *et* $P_1(b, \alpha_1)$ *et l'autre par* $O(0, 0)$ *et* $P_2(b, \alpha_2)$, *elle admet une caractéristique régulière passant par les points* $O(0, 0)$ *et* $P(b, \alpha)$, α *étant compris entre* α_1 *et* α_2;

» Et ensuite : THÉORÈME III. — *Soit*

$$(1\ bis)\qquad y'' = A(x, y)y'^2 + B(x, y)y' + C(x, y) = f(x, y, y'),$$

l'inégalité (2) *étant vérifiée. Si l'équation* (1 *bis*) *admet une caractéristique régulière pour toute valeur finie de* x, *on pourra toujours en faire passer une par deux points quelconques du plan.* Ainsi, par exemple, si $C(x, y)$ contient y en facteur, il passera une caractéristique par deux points quelconques, puisque $y = 0$ est une caractéristique régulière.

» On démontre les théorèmes II et III en remarquant que les rayons de convergence par rapport au paramètre arbitraire ne peuvent tendre vers zéro. Une conséquence du théorème III est que *toutes les solutions réelles de l'équation* (1 *bis*) *sont des fonctions uniformes de* x. Cette dernière proposition peut d'ailleurs être obtenue directement. Si l'on fait de plus $C(x, y) = 0$, x devient à son tour une fonction uniforme de y, et en général :

» THÉORÈME IV. — *Soit* $y'' = f(x, y, y')$, f *étant une fonction analytique pour toute valeur réelle finie* x, y *et* y'. *Pour que toutes ses caractéristiques définissent une correspondance biuniforme entre* x *et* y *il faut et il suffit que* f *tende vers zéro avec* y' *et que pour* y' *infini elle croisse moins vite que* y'^3.

» On ne peut pourtant pas affirmer que dans ces conditions il passe nécessairement une caractéristique et une seule par deux points quelconques. Pour qu'il en soit ainsi *il suffit* que la condition (2) soit remplie. On est ainsi conduit à des équations dont les caractéristiques présentent une analogie remarquable avec les lignes droites. Pour être complet il faudrait faire l'étude de ces caractéristiques au point de vue du postulatum d'Euclide. »

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur une série analogue aux fonctions modulaires*. Note de M. **Lerch**, présentée par M. E. Picard.

« La série suivante dépendant du paramètre réel ω,

(1) $$f(\omega) = \sum_{\nu=1}^{\infty} \frac{\cot \nu\omega\pi}{(2\nu\pi)^{2m+1}},$$

est dépourvue de sens, si ω est un nombre rationnel; elle est convergente pour $m \geqq 1$, si ω est racine d'une équation quadratique aux coefficients entiers, et plus généralement, pour toute quantité irrationnelle algébrique donnée ω, dès que m surpasse une certaine limite.

» Si la série $f(\omega)$ est convergente pour une quantité ω, algébrique ou transcendante, elle le sera aussi pour toute quantité ω', équivalente à ω dans le sens de Lagrange, et la quantité $f(\omega')$ s'exprime linéairement par $f(\omega)$ et rationnellement par ω.

» Désignons par $(-1)^m \varphi(\omega)$ le coefficient de x^{2m} dans le développement, suivant les puissances de la variable x, de la fonction

$$\frac{1}{(e^x - 1)(e^{\omega x} - 1)};$$

alors on a la relation

(2) $$f(\omega) + \omega^{2m} f\left(\frac{1}{\omega}\right) = \varphi(\omega)$$

qui, jointe aux relations évidentes :

$$f(-\omega) = -f(\omega), \qquad f(\omega \pm 1) = f(\omega),$$

fournit l'expression cherchée de $f(\omega')$.

» Soit

$$\omega = \frac{t + u\sqrt{d}}{2}$$

une unité quadratique, c'est-à-dire que les entiers t, u satisfont à l'équation de Fermat $t^2 - du^2 = 4\varepsilon$, $\varepsilon = \pm 1$; alors l'équation (2) donne

$$f(\omega) = \frac{\varphi(\omega)}{1 - \varepsilon\omega^{2m}},$$

et cette formule permet de conclure que le produit $f(\omega)\sqrt{d}$ est un nombre rationnel. Par exemple, faisant $\omega = \frac{1+\sqrt{5}}{2}$, on aura

$$\sqrt{5} \sum_{1}^{\infty} \frac{\cot \nu\omega\pi}{(2\nu\pi)^7} = -\frac{8}{10!}.$$

» Plus généralement, si ω est une irrationnelle quadratique, $f(\omega)$ est une quantité du même genre. On le vérifie d'abord sur les irrationnelles dites *réduites*; pour une telle quantité, l'algorithme des fractions continues

$$\omega = a + \frac{1}{\omega_1}, \qquad \omega_1 = a_1 + \frac{1}{\omega_2}, \qquad \omega_2 = a_2 + \frac{1}{\omega_3}, \qquad \ldots$$

fournit une quantité ω_r égal à ω. La formule suivante, qui est générale,

$$(3) \qquad f(\omega) = \sum_{\nu=1}^{r} \frac{(-1)^{\nu-1}\varphi(\omega_\nu)}{(\omega_1\,\omega_2\,\ldots\,\omega_\nu)^{2m}} + \frac{(-1)^r f(\omega_r)}{(\omega_1\,\omega_2\,\ldots\,\omega_r)^{2m}},$$

devient une équation linéaire pour l'inconnue $f(\omega)$, si l'on y fait $\omega_r = \omega$.

» Si ω n'est pas réduit, un des quotients complets $\omega_1, \omega_2, \omega_3, \ldots$ sera comme on sait une irrationnelle réduite, et en le désignant par ω_r, la formule (3) donne $f(\omega)$ sous la forme annoncée.

» Ici s'impose la question concernant la distribution en classes des quantités $f(\omega)$ provenant des différentes valeurs de l'entier m.

» La formule (2) conserve un sens pour ω irrationnel quelconque, si on l'écrit

$$(4) \qquad (2\pi)^{2m+1}\varphi(\omega) = \sum \frac{\cot \nu\omega\pi}{\nu^{2m+1}} + \omega^{2m} \sum \frac{\cot \frac{\mu\pi}{\omega}}{\mu^{2m+1}},$$

le second membre étant considéré non plus comme la somme de deux séries, mais comme un *couple de séries*, notion que j'avais précisée dans un Mémoire de l'Académie de Prague, en 1899. Dans une telle expression, on range en couples les indices ν et μ tels que la quantité $\nu\omega - \mu = \xi$ soit en valeur absolue plus petite qu'une fraction choisie à volonté, puis on complète les valeurs des indices par des valeurs *libres*, de manière à obtenir la totalité des entiers positifs ν et μ.

» Les indices libres engendrent des séries absolument convergentes et il ne s'agit que des indices rangés en couples. Pour $\nu\omega - \mu = \xi$, on a

$$\cot \nu\omega\pi = \cot \xi\pi, \qquad \cot \frac{\mu\pi}{\omega} = -\cot \frac{\xi\pi}{\omega},$$

et les termes du même couple ont pour somme

$$\frac{\cot\xi\pi}{\nu^{2m+1}} - \frac{\cot \frac{\xi\pi}{\omega}}{\omega\left(\nu - \frac{\xi}{\omega}\right)^{2m+1}},$$

quantité qui, pour ξ très petit, est sensiblement égale à

$$\frac{2m+1}{\nu^{2m+2}\,\omega\pi}.$$

» En faisant tendre ω vers une limite rationnelle $\frac{p}{q}$, le passage à la limite s'effectue aisément; on obtient de la sorte certaines réciprocités algébriques dont la plus simple est celle de $m = 1$:

$$\frac{1}{p}\sum_{\rho=1}^{p-1}\cot\frac{\rho q\pi}{p}\cot\frac{\rho\pi}{p}\operatorname{cosec}^2\frac{\rho\pi}{p}+\frac{1}{q}\sum_{\rho=1}^{q-1}\cot\frac{\rho p\pi}{q}\cot\frac{\rho\pi}{q}\operatorname{cosec}^2\frac{\rho\pi}{q}=\frac{(p^2-q^2)^2-3p^2q^2+3}{45pq}.$$

» On peut se servir de la formule (4) même pour des valeurs rationnelles $\omega = \frac{p}{q}$, en bornant chacune des deux *séries* à un nombre restreint des termes, pourvu que les deux entiers p et q soient d'une certaine grandeur. Ce procédé d'approximation présente même des avantages sur l'emploi de la formule finie

$$\varphi(\omega)=\frac{B_{m+1}(\omega^{2m+2}+1)}{(2m+2)!\,\omega}-\frac{1}{(2m+2)!}\sum_{\nu=1}^{m}\binom{2m+2}{2\nu}B_\nu B_{m+1-\nu}^{2\nu-1}\omega,$$

dès que m surpasse une certaine limite.

» La série (1), que je désigne désormais par $f_{2m+1}(\omega)$, paraît avoir quelque importance dans l'arithmétique approximative. Considérons en effet les polynomes bernoulliens, modifiés par la présence du terme constant lorsque n est impair,

$$\Phi_n(x)=\frac{x^{n+1}}{n+1}-\frac{1}{2}x^n+\sum_{\nu=1}^{\left[\frac{n+1}{2}\right]}(-1)^{\nu-1}\binom{n}{2\nu-1}\frac{B_\nu}{2\nu}x^{n-2\nu+1};$$

en désignant par u et ω deux quantités réelles, la seconde étant irrationnelle, choisissons l'entier positif r tel que le plus petit reste absolu

$$\delta = r\omega - \left[r\omega + \frac{1}{2}\right]$$

soit très petit, et posons $x_\nu = u + \nu\omega - [u + \nu\omega]$, de sorte que $0 < x_\nu < 1$; alors la somme

$$\text{(5)}\qquad S_n = \sum_{\nu=0}^{r-1}\Phi_n(x_\nu)$$

sera elle aussi très petite, au moins si la série

$$\sum_k \frac{1}{k^{n+1}\sin k\omega\pi}$$

est convergente.

» Dans le cas de $u = 0$, l'introduction des séries $f(\omega)$ permet de pousser l'approximation beaucoup plus loin, comme on peut aisément s'en rendre compte. »

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur la théorie des systèmes d'équations différentielles linéaires.* Note de M. L. **Schlesinger**, présentée par M. Poincaré.

« Dans deux Mémoires publiés en 1887 et en 1899 par la Société royale italienne des Sciences (*detta dei* XL), M. Volterra a développé les fondements d'un calcul infinitésimal des matrices composées de n^2 fonctions d'une ou de plusieurs variables, en remarquant que ce calcul contient en quelque sorte la théorie des équations différentielles linéaires comme cas spécial. En suivant la voie ouverte par l'éminent géomètre italien, j'ai observé que la plupart des recherches relatives aux groupes des équations linéaires devient beaucoup plus élégante si, au lieu de rattacher ces recherches à une seule équation linéaire du n^{ieme} ordre, on les rattache à un système de n équations du premier ordre.

» Soit

$$(1)\qquad \frac{dy_k}{dx} = \sum_{\lambda=k}^{n} a_{\lambda k} y_\lambda \qquad (k = 1, 2, \ldots, n)$$

un tel système, et soit

$$(2)\qquad (y_{ik}) \qquad (i, k = 1, 2, \ldots, n)$$

un système fondamental de solutions (*matrice intégrale*) se réduisant à la matrice unité (δ_{ik}) pour une valeur régulière x_0 de x. Nous poserons

$$(y_{ik}) = \int_{x_0}^{x} (a_{ik}) \qquad \text{et} \qquad (a_{ik}) = (y_{ik})^{-1}\left(\frac{dy_{ik}}{dx}\right) = \mathrm{D}(y_{ik}).$$

» Supposons que les a_{ik} soient des fonctions rationnelles et que les solutions de (1) n'aient pas de points d'indétermination. Soient $a_1, \ldots, a_\sigma$ et ∞ les points singuliers essentiels du système (1) qui pourra posséder encore un nombre quelconque de points à apparence singulière (*ausserwesentlich*), et joignons les $a_1, \ldots, a_\sigma$ au point ∞ par des coupures $l_1, \ldots, l_\sigma$. Si la variable x franchit la coupure l_ν, la matrice intégrale (y_{ik}) se change en $(A_{ik}^{(\nu)})(y_{ik})$, où $(A_{ik}^{(\nu)})$ est une matrice constante à déterminant différent de zéro. Nous dirons que deux matrices (y_{ik}), (z_{ik}) appartiennent à la même *classe* si leurs éléments ont les mêmes points singuliers essentiels et

si (y_{ik}) et (z_{ik}) subissent les mêmes substitutions $(A_{ik}^{(\nu)})$ lorsque x franchit les coupures l_ν. On aura alors

$$(z_{ik}) = (y_{ik})(r_{ik}),$$

où les r_{ik} sont des fonctions rationnelles. Dans un Mémoire qui paraîtra prochainement, et dans lequel nous traçons d'une manière nouvelle les fondements de la théorie des systèmes d'équations linéaires, nous démontrons le théorème suivant :

» *On peut déterminer les r_{ik} de façon que (z_{ik}) et (y_{ik}) appartiennent à la même classe, que (z_{ik}) n'ait pas de point à apparence singulière, que (z_{ik}) se réduise à la matrice unité (δ_{ik}) pour $x = x_0$ et que les éléments de la matrice $D(z_{ik})$ n'aient aux points $a_1, \ldots, a_\sigma, \infty$ que des pôles du premier ordre. Le système différentiel, dont les (z_{ik}) constituent une matrice intégrale a donc la forme*

$$\frac{dz_k}{dx} = \sum_{\lambda=1}^{n} z_\lambda \sum_{\nu=1}^{\sigma} \frac{B_{\lambda k}^{(\nu)}}{x - a_\nu} \qquad (k = 1, 2, \ldots, n), \tag{3}$$

es $B_{\lambda k}^{(\nu)}$ étant des constantes, et la matrice (z_{ik}) se trouve déterminée d'une manière unique, *aussi bien que le système* (3), *par les exposants relatifs aux points singuliers, c'est-à-dire par les racines des équations déterminantes*

$$|B_{ik}^{(\nu)} - \delta_{ik} r| = 0 \qquad (\nu = 1, 2, \ldots, \sigma), \quad (i, k = 1, 2, \ldots, n). \tag{4}$$

» Les éléments des matrices $(A_{ik}^{(\nu)})$ sont, d'après un théorème de M. Poincaré (*Acta math.*, t. IV, p. 212) des fonctions entières des coefficients $B_{ik}^{(\nu)}$. Si l'on suppose d'ailleurs que les $A_{ik}^{(\nu)}$ soient indépendantes des affixes des points singuliers $a_1, \ldots, a_\sigma$, les théorèmes que j'ai démontrés dans mon Mémoire du Tome 124 du *Journal de Crelle* (p. 292 et suiv.) déterminent immédiatement la manière dont la matrice (z_{ik}) se comporte, quand on fait décrire par les points $a_1, \ldots, a_\sigma$ des chemins fermés quelconques. Mais le rôle fondamental qu'il faut attribuer au théorème que je viens d'énoncer consiste en ce qu'en vertu de ce théorème on réussit à démontrer l'existence des fonctions satisfaisant au problème de Riemann (voir *Comptes rendus*, 7 mars 1898), sans qu'il soit nécessaire d'imposer aux substitutions $(A_{ik}^{(\nu)})$ données les restrictions que j'ai nommées les *conditions de convergence.* »

OPTIQUE. — *Sur la compensation des interférences et la mesure des petites épaisseurs.* Note de M. **Georges Meslin**, présentée par M. Mascart.

« Dans une Note publiée ici même (1), il y a quelques années, j'ai montré qu'en projetant l'une sur l'autre deux lames minces, et qu'en les examinant à l'aide du faisceau lumineux qui s'est successivement réfléchi sur chacune d'elles, on voyait apparaître des franges d'interférences en lumière blanche, alors que chacune des lames était impropre à les manifester isolément.

» C'est là un cas particulier d'un phénomène plus général que l'on peut appeler la *compensation des interférences* et nous dirons, pour abréger, que dans l'expérience précédente on a compensé, à l'aide d'une interférence de lame mince par réflexion, une autre interférence de lame mince par réflexion.

» Mais on peut aussi, par une légère modification du dispositif, faire en sorte qu'une des lames ou même que les deux lames soient examinées par réfraction; la compensation se fait encore et les franges apparaissent à l'endroit où les épaisseurs projetées l'une sur l'autre sont égales; elles se manifestent aussi dans les régions pour lesquelles ces épaisseurs sont entre elles dans un rapport simple. C'est là le phénomène signalé par MM. Fabry et Perot sous le nom de *franges de superposition,* phénomène dont ces physiciens ont fait une étude complète dans le cas où la transmission se fait à travers des lames demi-argentées, et dont ils ont tiré de si remarquables applications dans leur appareil interférentiel destiné à la comparaison des petites épaisseurs ou à la structure des raies spectrales (spectroscope interférentiel).

» J'ai montré ailleurs (2), en 1899, que l'on pouvait pousser plus loin cette compensation et qu'il était possible d'équilibrer en quelque sorte une interférence de lame mince isotrope par une interférence de lame cristalline en lumière polarisée, en compensant le retard provenant de la première lame par le retard dû à la double réfraction dans le cristal.

» Le dispositif expérimental est facile à imaginer : le faisceau lumineux qui a passé

(1) *Comptes rendus*, t. CXIX, p. 214.

(2) *Sur la mesure des petites épaisseurs et sur la radiation efficace du spectre* (*Mémoires de l'Académie de Montpellier*, 1899).

par la lame mince L (réflexion ou réfraction) est polarisé, reçu sur la lame cristalline C (quartz parallèle à l'axe) puis analysé; une première lentille donne l'image de L sur C, une deuxième lentille, qui n'est point indispensable, permet de viser alors simultanément L et C.

» Ce procédé peut être appliqué à la mesure des petites épaisseurs, comme je l'ai montré à la même époque et comme M. Mesnager l'a indiqué récemment (¹); j'ai mesuré de petites lamelles en les équilibrant à l'aide de lames de quartz taillées parallèlement à l'axe, dont les épaisseurs étaient 1^{mm}, 2^{mm}, 5^{mm}, ... et dont je disposais comme d'une boîte de poids, en achevant enfin l'équilibre à l'aide d'un compensateur de Babinet; l'avantage de ce procédé est de nécessiter l'emploi d'une lame cristalline qui, dans le cas du quartz, a une épaisseur 200 fois plus grande environ que celle de la lame mince. Il est vrai qu'il s'introduit alors des complications dues à l'existence de la frange achromatique et j'ai fait voir que la mesure directe des deux épaisseurs en question pouvait servir à déterminer la longueur d'onde de la radiation pour laquelle, dans une source déterminée, était réalisé l'achromatisme visible.

» En continuant ces études, j'ai été amené à obtenir une autre compensation et à équilibrer une interférence de lame isotrope par une interférence due à la polarisation rotatoire, en intercalant cette fois un quartz Q perpendiculaire à l'axe; mais alors la compensation ne se fait que si le rapport des épaisseurs est voisin de 15000 : une lamelle d'air de *un centième de millimètre* se mesure à l'aide d'un canon de quartz de *plusieurs centimètres*.

» Il est facile d'imaginer tout le parti qu'on peut tirer d'une pareille amplification; l'inconvénient proviendrait même des longueurs de quartz qu'il faudrait employer pour des lames minces voisines de 1^{mm} d'épaisseur; mais on peut tourner la difficulté en constituant la lame Q, d'abord par un quartz parallèle à l'axe qui équilibre la majeure partie du retard de la lame mince, puis on complète la compensation avec un quartz perpendiculaire et on l'achève enfin, s'il est nécessaire, à l'aide d'un compensateur de Soleil; c'est donc là une combinaison plus complexe encore d'interférences.

» En tenant compte des complications nouvelles introduites par la frange achromatique, cette méthode est éminemment propre à mettre en évidence de très faibles variations d'épaisseurs, puisque l'introduction de 1^{cm} de quartz produira un déplacement correspondant à une variation inférieure à 1^{μ} pour la lame mince.

» C'est là une grande sensibilité que je compte utiliser pour la détermination des propriétés des corps cristallisés que l'on a seulement sous forme de lamelles minces.

(¹) *Comptes rendus*, séance du 11 janvier 1904, t. CXXXVIII, p. 76.

» Cette expérience me paraît enfin fournir une explication de certains phénomènes qui auraient été signalés par Arago ([1]) et par Fresnel ([2]), et dont ce dernier physicien avait donné une interprétation différente. Ils observaient un appareil à anneaux de Newton au travers d'un milieu doué de pouvoir rotatoire (plaque de quartz, tube rempli d'essence de térébenthine) et constataient l'apparition d'anneaux supplémentaires qui se manifestent seulement en lumière polarisée et qui peuvent être considérés comme provenant d'une compensation d'interférences. Arago les a également produits en intercalant des lames de mica ou de sulfate de chaux, ce qui correspond au cas signalé précédemment. »

SPECTROSCOPIE. — *Sur le spectre du zinc.* Note de M. **Maurice Hamy**, présentée par M. Lœwy.

« J'ai fait connaître, dans une série de Communications antérieures, les particularités des radiations émises par le cadmium, vaporisé dans un tube à vide, et notamment celles que présente la radiation λ 508 qui offre cette singularité de changer de constitution suivant que le tube est excité électriquement par l'intermédiaire d'électrodes intérieures à l'enveloppe ou de gaines extérieures ([3]).

» Prenant pour point de départ la longueur d'onde de la raie rouge du cadmium, mesurée par MM. Michelson et Benoît, j'ai déterminé les longueurs d'ondes des radiations fournies par les tubes à gaines, en spécifiant que le nombre relatif au triplet λ 508, émis par ces tubes, correspondait à la composante la moins réfrangible du groupe et ne pouvait être employé, avec un appareil dispersif, tel qu'un réseau, qui ne peut résoudre la raie complexe en ses éléments, qu'à la condition de faire usage de mon séparateur d'ondes lumineuses. Or il arrive que la radiation λ 508, émise par les tubes à électrodes intérieures, est double seulement et que sa composante principale, utilisée par M. Michelson dans ses recherches, diffère de la composante que j'ai choisie dans le triplet émis par les tubes à gaines.

» Si je reviens sur les explications données à ce sujet antérieurement, c'est qu'elles

([1]) Arago, *Œuvres complètes*, t. X, p. 93.

([2]) Fresnel, *Œuvres complètes*, t. I, p. 655.

([3]) Voir à ce sujet la Note de M. Fabry, dans le dernier numéro des *Comptes rendus.*

paraissent avoir été insuffisamment comprises. M. Louis Bell ([1]), notamment, dans un article récent, se fondant sur la différence notable des nombres obtenus, pour la radiation λ 508, par MM. Michelson et Benoît d'une part, et par moi d'autre part, a cru pouvoir en tirer un argument propre à mettre en doute l'exactitude des résultats de MM. Perot et Fabry, dans leurs recherches métrologiques, recherches dont l'exactitude est subordonnée à celle de la longueur d'onde de la radiation λ 508 émise par les tubes munis d'électrodes intérieures.

» Ces considérations m'engagent à publier mes résultats concernant les longueurs d'onde des radiations du zinc, émises par les tubes à gaines (sans étranglement central), parce qu'ils sont de nature à dissiper tout malentendu. Ces résultats, que je possède déjà depuis un certain temps et que je me réservais de faire connaître dans un travail d'ensemble sur mes déterminations de points de repère dans le spectre, ont été obtenus avec mes appareils interférentiels, par comparaison avec la raie rouge du cadmium; ils sont donc à l'abri des critiques auxquelles je viens de faire allusion.

» Dans le Tableau suivant, j'ai rapproché mes nombres de ceux que MM. Perot et Fabry ont donnés antérieurement pour le même métal ([2]), en employant leur trembleur à étincelles dans le vide.

Longueurs d'ondes des raies du zinc dans l'air à 15° et à 760mm.

Numéros.	Hamy.	Perot et Fabry.
	μ	μ
1	0,6362346	0,6362345
2	0,5181984	»
3	0,4810533	0,4810535
4	»	0,4722164
5	0,4680138	0,4680138
6	0,4629810	»

» L'accord des divers observateurs est parfait, bien que, dans le cas actuel, la source lumineuse employée par MM. Perot et Fabry ait été très différente de celle dont j'ai fait usage. On ne peut donc nier que le système des points de repère, établi par ces physiciens, ne soit absolument conforme au mien. Leur coïncidence fournit une preuve certaine de l'exactitude du nombre dont ils sont partis et met, une fois de plus, en évidence la valeur des méthodes interférentielles pour la détermination précise des longueurs d'ondes ([3]).

([1]) *Astrophysical journal*, Vol. XVIII.

([2]) *Journal de Physique*, 1900.

([3]) Les nombres correspondant aux raies nos 1, 2, 6 reposent sur des mesures faites avec des différences de marche de 8cm; les radiations nos 3 et 5 n'ont été observées que

» La raie n° 4, λ472, est fournie avec éclat par mes tubes; elle est simple, mais sa longueur d'onde est mal définie, l'expérience montrant qu'elle varie un peu avec la différence de marche employée. Un pareil fait s'explique en admettant que la répartition de la lumière dans la radiation est dissymétrique et cette supposition est confirmée par l'examen des phénomènes qui se produisent quand, au lieu de tubes sans étranglement, on fait usage de tubes avec étranglement de 6^{mm}. Il arrive alors que les radiations, émises par la vapeur métallique, sont plus fines dans la partie large des tubes que dans l'étranglement, où la température déterminée par le passage du courant est maxima. Il se produit, dans ces conditions, pour trois des radiations (n°s 3, 4 et 5), des effets de renversement partiel qui transforment en doublets les radiations émises par la vapeur incandescente dans l'étranglement. Ces doublets sont symétriques pour les raies n°s 3 et 5; il y a au contraire dissymétrie pour la raie n° 4. On ne voit pas comment un pareil résultat pourrait se concilier avec une hypothèse autre que celle de la dissymétrie de la radiation. Si j'insiste sur ce fait, c'est pour montrer quel soin il convient d'apporter dans le choix des radiations, si l'on veut constituer un système de points de repère tout à fait irréprochable dans le spectre. »

OPTIQUE. — *Sur quelques corps impressionnant la plaque photographique.* Note de M. Edmond van Aubel, présentée par M. Lippmann.

« Sur une plaque de verre, on dépose de la colophane cassée en petits morceaux jusqu'à la recouvrir sur une grande partie. Au-dessus de cette couche de colophane, un peu aplanie à la surface, on place une large bande de cuivre rouge mince. Enfin, on couvre le tout avec une plaque photographique bien enveloppée dans du papier noir, de façon que le côté sensible regarde le colophane.

» Le système ainsi réalisé est placé dans une boîte en zinc fermant très bien, pour empêcher complètement l'entrée des rayons lumineux de l'extérieur. Cette caisse en zinc est mise dans une autre également étanche pour la lumière, par surcroît de précautions. Dans ces conditions, on constate

---

pour des différences de marche ne dépassant pas 4^{cm}. D'ailleurs les mesures ne sont pas en nombre suffisant pour pouvoir garantir l'exactitude de la dernière décimale, à une unité près.

après 2 jours que la plaque photographique est impressionnée par les radiations (¹) émises par la poudre de colophane. Ces radiations ont traversé le papier noir, mais la feuille mince de cuivre leur est opaque.

» L'acide abiétique (Abietinsäure $C^{19}H^{28}O^2$), la résine copal, la résine mastic donnent les mêmes résultats, mais à des degrés différents. En fondant une quantité convenable de colophane ou de baume de Canada sur une plaque de verre, on obtient une couche qui, en se solidifiant, se fendille dans toute la masse. J'ai substitué cette couche fendillée aux petits tas de colophane de l'expérience primitive et j'ai constaté que la plaque photographique était impressionnée également après 2 jours, quoique plus faiblement que si l'on avait employé la même substance en petits morceaux. En outre, la plaque photographique est beaucoup plus fortement impressionnée aux endroits correspondant aux craquelures qui existent dans la couche solide de colophane ou de baume de Canada. On remarquera que, suivant ces craquelures, la tension moléculaire a dû être la plus forte pendant le refroidissement de la masse, bien que je ne veuille point affirmer que telle soit la cause du phénomène observé.

» Si, pour la réalisation de ces couches solides, on chauffe trop la colophane ou le baume de Canada (dans le but de chasser les bulles d'air, par exemple), la plaque photographique n'est plus impressionnée dans la suite, probablement parce que le corps actif a été chassé ou détruit par la chaleur, comme nous le verrons en terminant. En mélangeant un peu de cire à la colophane, on évite les craquelures dans les couches à étudier, mais la plaque photographique est beaucoup moins impressionnée après le même temps.

» On remarquera la parenté des substances étudiées jusqu'ici avec les terpènes (²) et que ces corps, *à l'état solide*, impressionnent la plaque photographique à travers le papier noir.

» J'ai l'intention d'examiner ultérieurement si la conductibilité électrique du sélénium est modifiée, en présence des mêmes substances (³).

» J'ai aussi réalisé l'expérience suivante qui se rattache à la même catégorie de phénomènes.

» Dans une petite cuvette en porcelaine, on verse une solution presque saturée de phénol dans l'alcool absolu et, à une distance de 1^{cm} environ du niveau du liquide, on place une croix formée de deux bandes de cuivre rouge disposées dans un plan paral-

(¹) Les résultats obtenus sont les mêmes que s'il s'agissait de radiations, mais nous ne voulons pas prétendre actuellement que l'on ait, en réalité, ici des phénomènes de radioactivité proprement dite.

(²) Voir Beilstein, *Handbuch der organischen Chemie*, 3ᵉ édition, 1897, Vol. III, p. 554, 560 et 562, ainsi que W.-J. Russell, dans *Proceedings of the Royal Society*, London, Vol. LXIV, 1899, p. 412.

(³) Voir mon travail publié dans les *Comptes rendus*, 14 avril 1903.

lèle à celui de la surface liquide. Sur cette croix repose une plaque photographique bien enveloppée dans du papier noir, avec la couche sensible tournée vers la cuvette. Tout le système est placé dans la plus grande obscurité, à l'intérieur d'une caisse convenable. Au bout de 24 heures, on constate que la plaque photographique est impressionnée et que les bandes de cuivre se sont comportées comme un corps opaque pour les radiations (1) émises par la solution phéniquée. Il convient de faire remarquer que le phénol agité avec de l'eau, en présence de l'air, paraît donner de l'eau oxygénée, sous l'influence de la lumière solaire (2).

» Les expériences préliminaires décrites dans cette Note auraient donc des analogies avec celles de W.-J. Russell et L. Graetz sur le peroxyde d'hydrogène et l'essence de térébenthine. Elles seront poursuivies ultérieurement dans mon laboratoire. »

ÉLECTRICITÉ. — *Action des oscillations hertziennes sur des sources de lumière peu intenses.* Note de M. C. GUTTON, présentée par M. Poincaré.

« Les forces électromotrices d'induction, dues aux variations d'un champ magnétique, rendent plus visible un écran parsemé de taches de sulfure de calcium phosphorescent (3). Un oscillateur de Hertz produisant autour de lui des forces électromotrices très intenses, on peut penser que les ondes électromagnétiques émises par cet oscillateur agissent sur un écran phosphorescent.

» Pour le vérifier, j'ai reproduit les expériences de Hertz sur les rayons de force électrique, en employant, au lieu du résonnateur, un écran phosphorescent.

» Les oscillations électriques étaient produites par un petit oscillateur de M. Blondlot, ayant 2^{cm} de diamètre, noyé dans l'huile de vaseline; elles étaient conduites par deux fils de 9^{m} de long à deux petites antennes de 4^{cm} de longueur, disposées suivant la ligne focale d'un miroir de zinc en forme de cylindre parabolique. Ce miroir avait $4^{cm},8$ de distance focale, 40^{cm} d'ouverture et $13^{cm},5$ de hauteur. Le faisceau de rayons de force électrique réfléchi était reçu par un second miroir identique et concentré sur un écran phosphorescent disposé suivant la ligne focale. La distance des foyers

---

(1) Voir l'observation faite au commencement de la présente Note.

(2) H. MOISSAN, *Traité de Chimie minérale*, t. I. 1904, fasc. I, p. 266. Voir aussi WURTZ, *Dictionnaire de Chimie*, 1er Supplément, p. 1167, article *Phénol*: « Le phénol s'oxyde lentement à l'air; il paraît alors se former de la phénoquinone. »

(3) *Comptes rendus*, t. CXXXVIII, 1904, p. 547.

des deux miroirs était de 1^m. L'oscillateur et les miroirs étaient dans deux chambres séparées; on évitait ainsi toute action du bruit (¹) de l'étincelle oscillante sur l'écran phosphorescent. Les fils qui conduisent les ondes de l'oscillateur au miroir étaient recouverts de gutta et très voisins l'un de l'autre; le champ hertzien qu'ils produisent, étant concentré entre les fils, ne pouvait agir sur l'écran phosphorescent. Une machine de Holtz servait à produire les étincelles oscillantes (²); les armatures internes de deux bouteilles de Leyde de faible capacité étaient reliées aux pôles de la machine et les armatures externes à l'oscillateur; celles-ci étaient réunies par un tube de verre plein d'eau pour leur permettre de se charger. On faisait éclater des étincelles dans l'air entre les armatures internes, et la décharge brusque des armatures externes était envoyée à l'oscillateur. Je n'ai pas employé de bobine de Ruhmkorff, car le champ magnétique variable de la bobine agissait sur l'écran phosphorescent malgré la distance qui les séparait.

» Dès qu'on envoie des ondes électriques aux antennes du miroir transmetteur, le sulfure de calcium placé au foyer du miroir récepteur devient plus visible. Cette augmentation d'éclat est même plus grande que dans les expériences sur l'action du champ magnétique, décrites dans des Notes précédentes.

» Les antennes, à chaque arrivée d'ondes, se chargent et s'attirent. Ces attractions sont très faibles, mais on peut craindre qu'elles ne suffisent pour faire vibrer les antennes. Il en résulterait des vibrations de l'air qui, concentrées sur l'écran phosphorescent, pourraient être la cause de l'augmentation d'éclat. En répétant diverses expériences de Hertz, on constate qu'il n'en est rien et que ce sont bien les radiations hertziennes qui agissent. Ainsi, un écran métallique interposé entre les miroirs empêche toute action sur le sulfure phosphorescent, tandis qu'un écran en carton est sans effet.

» L'expérience de Hertz sur la polarisation des ondes électriques est particulièrement propre à montrer que ce sont bien elles qui rendent la phosphorescence plus visible. Un réseau de fils de cuivre tendus parallèlement à 1^cm de distance est placé entre les miroirs; en le faisant tourner dans son plan, on voit l'éclat du sulfure phosphorescent devenir minimum quand les fils sont parallèles à la direction de la force électrique et maximum quand ils sont perpendiculaires. L'orientation pour laquelle l'éclat est maximum se détermine à quelques degrés près.

(¹) Macé de Lépinay, *Comptes rendus*, t. CXXXVIII, 1904, p. 77.

(²) On ne peut faire jaillir des étincelles dans l'huile en reliant directement l'oscillateur à une machine de Holtz. Les premières étincelles qui passent décomposent l'huile et les parcelles de charbon provenant de cette décomposition sont attirées entre les boules du micromètre à étincelles et les réunissent.

» La réflexion des ondes électriques sur un miroir plan peut s'observer plus facilement qu'avec un résonnateur. Les axes des miroirs paraboliques faisant entre eux un angle de 90°, le faisceau de rayons de force électrique ne tombe plus sur le miroir récepteur; on peut l'y renvoyer à l'aide d'un châssis tendu de toile et recouvert de papier d'étain. On constate, en effet, que, en faisant tourner le châssis devant le miroir récepteur, on trouve une orientation pour laquelle le sulfure phosphorescent devient plus visible; cette orientation correspond bien à des angles d'incidence et de réflexion égaux.

» Les rayons N augmentent l'éclat de la phosphorescence quand on observe l'écran normalement, mais le diminuent lorsqu'on observe tangentiellement ([1]).

» Il en est de même des ondes hertziennes; il importe donc, pour observer une augmentation d'éclat, de se placer en face de l'écran.

» Les expériences précédentes peuvent se faire en employant, au lieu du sulfure phosphorescent, un corps faiblement éclairé. Ainsi, une bande de verre dépoli éclairée par une très petite flamme de gaz, brûlant à l'extrémité d'un tube de verre effilé, devient plus visible quand elle reçoit des ondes hertziennes. La bande de verre dépoli, placée au foyer du miroir récepteur, était éclairée à travers un trou percé au sommet du miroir.

» Le résonnateur de Hertz peut être modifié de manière à se servir d'un écran phosphorescent au lieu de l'étincelle qui jaillit à la coupure. A cet effet, on soude aux extrémités du résonnateur, de part et d'autre de la coupure, deux morceaux de toile métallique parallèles; le champ électromagnétique entre ces toiles métalliques est très intense, on y place un petit écran phosphorescent et on l'observe à travers les mailles de la toile. »

MÉCANIQUE APPLIQUÉE. — *Sur un système d'amortisseur barbele.* Note de MM. **Favé** et **Carpentier**, présentée par M. Guyou.

« Dans un grand nombre des instruments qui comportent l'emploi d'un équipage mobile, les observations sont rendues lentes, peu précises, pénibles et parfois impossibles par la difficulté d'amortir le mouvement de l'organe qui sert aux mesures. On voit souvent les oscillations d'un index matériel, ou d'un rayon lumineux en tenant lieu, se prolonger indéfiniment

([1]) R. Blondlot, *Comptes rendus*, t. CXXXVIII, 1904, p. 547.

entretenues soit par les irrégularités du phénomène dont on se propose l'étude, soit par des influences étrangères (trépidations des supports, agitation provoquée par l'observateur lui-même manquant d'un point d'appui stable). Divers dispositifs ont été proposés pour atténuer ces inconvénients ; la plupart sont tantôt imparfaits, tantôt inapplicables. Tout procédé offrant des ressources nouvelles présente donc quelque intérêt.

» Joule a décrit en 1843 une boussole des tangentes dans laquelle une aiguille aimantée très courte entraînait une tige de verre extrêmement mince servant d'index. Dans cet instrument le frottement de la tige index sur l'air produisait un amortissement énergique.

» Quand on cherche à faire de ce dispositif d'autres applications on se heurte à de sérieuses difficultés qui l'ont probablement empêché de se répandre. D'abord un simple fil ne peut dissiper qu'une quantité minime de force vive, de telle sorte que le mobile, dont il doit éteindre les oscillations, ne peut avoir que de fort petites dimensions; ensuite si, pour accroître l'efficacité du système, dans les limites qu'elle comporte, on diminue le diamètre de ce fil, celui-ci devient un index d'une visibilité insuffisante.

» Pour tourner l'obstacle, nous avons pensé à atteler plusieurs fils amortisseurs au mobile à freiner et nous avons obtenu d'excellents résultats en disposant ces fils radialement autour de l'axe ou du centre de rotation de ce mobile. Ces fils, ainsi fixés par une de leurs extrémités, constituent des sortes d'étoiles planes ou de véritables houppes tout à fait semblables, mais en plus grand, à ces parachutes dont la nature a doté certaines graines pour leur permettre de se soutenir dans l'air et d'aller au loin propager les espèces. En intéressant un volume d'air suffisamment étendu, nos *amortisseurs barbelés* éteignent les oscillations de mobiles qui n'ont plus besoin d'être réduits à une masse insignifiante. Quand on observe l'effet qu'ils produisent on ne peut se défendre d'une certaine surprise, tant est grande leur action eu égard à la petitesse de la surface sur laquelle s'exerce la résistance de l'air.

» Nous avons entrepris toute une série d'expériences, afin d'établir la loi du phénomène et de déterminer les conditions de maximum de rendement de nos amortisseurs.

» Dans un Mémoire paru en 1850, Stokes a publié une étude analytique relative à la résistance éprouvée par un cylindre qui se meut transversalement dans l'air, afin d'arriver, en partant des travaux de Bessel et de Baily, à la réduction au vide des durées d'oscillations de pendules formés de masses suspendues à des tiges plus ou moins

minces. Plus tard Tomlinson fit des expériences, qu'il décrivit en 1886, sur le déplacement des cylindres dans l'air, dans le but de déduire des formules de Stokes le coefficient de viscosité de l'air. Ces formules ne s'appliquent rigoureusement qu'à des cylindres beaucoup plus gros que ceux que nous utilisons. Le diamètre moyen des fils qui entrent dans la composition de nos amortisseurs est de $0^{mm},1$ et nos expériences ont embrassé une série de diamètres compris entre 3^{mm} et $0^{mm},018$.

» La formule à laquelle nous sommes arrivés est la suivante :

$$(\rho - 0,00135)(D + 0,00283) = 0,0007765.$$

» Dans cette formule ρ représente le coefficient (exprimés en dynes) de résistance par centimètre carré de la section transversale pour une vitesse de 1^{cm} par seconde; D représente le diamètre du fil. Cette formule, traduite graphiquement, correspond à une hyperbole équilatère dont les asymptotes sont parallèles aux axes de coordonnées.

» La nature de la surface des fils paraît ne jouer aucun rôle. A surface transversale égale ou a le plus grand intérêt, au point de vue de l'amortissement, à ce que le moment d'inertie de l'organe amortisseur soit le plus petit possible. Cette condition se trouve très heureusement réalisée par l'emploi de poils naturels ou de fils de verre creux. Bien qu'il paraisse évident que la multiplicité des fils soit favorable à l'efficacité d'un amortisseur, on commettrait une erreur en rapprochant ces fils exagérément; leur rapprochement provoque un entraînement de la masse d'air ambiante qui nuit beaucoup à l'effet cherché. Cet entraînement se fait sentir alors que les fils sont entre eux à des distances relativement grandes. C'est ce que nous avons constaté en disposant plusieurs fils parallèlement dans un plan vertical et en les faisant osciller horizontalement. Plus les fils sont rapprochés et moins l'amortissement est grand. Pour des fils de $0^{m},03$, l'influence du voisinage est encore très accusée quand les intervalles séparatifs sont de 3^{mm}, soit 100 fois le diamètre.

» Bien que nos expériences, faites intentionnellement dans des conditions se rapprochant de la pratique, n'aient pas un caractère de haute précision, les conclusions très nettes auxquelles elles nous ont conduits, à savoir : *forme hyperbolique* de la relation entre la résistance du milieu et le diamètre des fils et l'*influence du voisinage* sur l'entraînement de l'air, apporteront certainement une utile contribution aux notions que l'on possède déjà sur la viscosité des gaz.

» Nous avons appliqué nos amortisseurs à des boussoles de topographie, à des boussoles marines et à un instrument nouveau destiné à la mesure rapide des hauteurs angulaires des astres ou d'objets quelconques audessus de l'horizon. Nous avons l'honneur de présenter ces instruments à l'Académie. »

CHIMIE ANALYTIQUE. — *Sur la diminution apparente d'énergie d'un acide faible en présence d'un sel neutre de cet acide.* Note de M. G. CHESNEAU, présentée par M. Ad. Carnot.

« Dans son ouvrage classique sur les *Principes scientifiques de la Chimie analytique,* W. Ostwald s'appuie exclusivement sur la théorie de la dissociation électrolytique pour expliquer les principales méthodes usitées en analyse. Parmi les nombreux travaux suscités par l'hypothèse d'Arrhénius, plusieurs études récentes, notamment celles de L. Kahlenberg, professeur à l'Université du Wisconsin, imposent une certaine réserve dans l'application de cette théorie, et l'on peut se demander si, dans bien des cas, il ne suffit pas d'invoquer l'existence d'équilibres chimiques proprement dits, mis en évidence, comme les phénomènes d'hydrolyse, par le calorimètre ou par des réactions manifestes.

» C'est en me plaçant à ce point de vue que j'examinerai dans cette Note s'il est nécessaire de recourir à la théorie des ions pour expliquer la règle bien connue, consistant à ajouter un excès d'acétate de soude pour favoriser la précipitation de certains métaux par l'hydrogène sulfuré en liqueur acétique, formulée ainsi par W. Ostwald (p. 63 de la troisième édition allemande) : *Des acides moyennement forts ou faibles agissent en présence de leurs sels neutres beaucoup moins activement qu'à l'état pur, à concentration égale et à même titre d'acidité.* D'après W. Ostwald, l'énergie d'un acide dépend de la concentration des cations H libérés par la dissociation partielle de l'acide, les concentrations a et b des ions et c de l'électrolyte non dissocié obéissant à la loi générale de l'équilibre : $ab = kc$. L'acide acétique, étant peu ionisé, est faible; l'addition d'acétate de soude qui, lui, est très ionisé, et dont les anions libres $C^2H^3O^2$ tendent à se combiner aux cations H libres de l'acide, doit donc diminuer encore l'énergie de celui-ci. W. Ostwald fait observer qu'en effet l'acétate de soude ralentit le dégagement d'hydrogène dans l'action de l'acide acétique sur le zinc.

» Les expériences résumées ci-après m'ont conduit à proposer une autre explication de la règle précitée.

» 1° *Dégagement d'hydrogène par le zinc et l'acide acétique.* — Une lame de zinc pur de 17^{cm^2} de surface a été attaquée par de l'acide acétique à $40°$, étendu soit de 4^{vol} d'eau, soit de 4^{vol} de solutions normales d'acétates divers, dans un tube à essai, plongé dans un courant d'eau froide et muni d'un tube à dégagement capillaire. La

vitesse de dégagement de l'hydrogène était estimée d'après le nombre de bulles par minute (1 bulle $= 0^{cm^3},036$). Les solutions étaient additionnées, par 100^{cm^3}, de 5 gouttes d'acétate de cuivre, et la lame de zinc nettoyée après chaque essai. Le dégagement, de 9 à 10 bulles avec la solution aqueuse, n'a plus été que de 4 avec l'acétate de soude, mais j'ai constaté qu'il était aussi ralenti par l'acétate de manganèse (4 à 5) et bien plus par l'acétate de zinc (0,7), tous deux moins ionisés que l'acétate de soude; 50 pour 100 d'acétone, d'ionisation nulle, ont donné seulement 0,9. Il paraît donc difficile d'établir une corrélation entre les rôles que joue l'acide acétique dans l'attaque du zinc et dans la précipitation des sulfures.

» 2° *Influence de l'acétate de soude sur la précipitation des métaux du groupe du fer par* H^2S *en liqueur acétique*. — Les essais ont été faits à la température du laboratoire (15_0 environ) avec des acétates de zinc, de manganèse et de nickel; l'acétate ferreux n'a pas été étudié à cause de son oxydation inévitable pendant les manipulations. 10^{cm^3} d'une solution soit normale, soit décinormale, étaient placés dans une fiole conique de 500^{cm^3}, additionnés de volumes déterminés d'acide acétique à 40°, et le cas échéant d'acétate de soude normal, et portés à 250^{cm^3} avec de l'eau pure; puis on introduisait 250^{cm^3} d'une solution fraîche de H^2S saturée, et l'on bouchait aussitôt le flacon à la paraffine.

» L'acétate de zinc (10^{cm^3} N) ayant complètement précipité en 24 heures en liqueur très acétique (jusqu'à 25^{cm^3}) sans addition d'acétate de soude, j'ai jugé inutile d'étudier l'influence de celui-ci. Avec l'acétate de manganèse (10^{cm^3} N) l'influence de l'acétate de soude n'a été bien nette qu'en opérant sans addition d'acide acétique libre.

» C'est avec l'acétate de nickel que l'affaiblissement d'énergie de l'acide acétique par l'acétate de soude se constate le mieux, surtout en employant 10^{cm^3} seulement d'une solution $\frac{N}{10}$. En solution simplement aqueuse, H^2S donne une coloration noire immédiate, mais NiS reste indéfiniment en solution colloïdale. L'addition de 5^{cm^3} d'acide acétique donne un précipité très faible de NiS et, avec 25^{cm^3}, il ne se produit plus de précipité. L'addition de 75^{cm^3} d'acétate de soude en liqueur acétique a donné un précipité complet en ajoutant jusqu'à 50^{cm^3} d'acide, partiel avec 75^{cm^3}; la formation du précipité est d'autant plus lente qu'il y a plus d'acide acétique libre.

» L'acétone n'affaiblit nullement l'action de l'acide acétique.

» 3° *Action de* H^2S *sur une solution acétique d'acétate de soude*. — Il résulte de ces essais que 1^{mol} d'acétate de soude paralyse l'effet antagoniste sur la formation du sulfure de nickel d'environ 5^{mol} d'acide acétique : on ne peut donc songer à attribuer l'affaiblissement incontestable de celui-ci à la formation de triacétate alcalin. J'ai été alors amené à rechercher si H^2S ne réagit pas sur l'acétate de soude, même en présence d'acide acétique libre, malgré la grande différence des chaleurs de formation de l'acétate ($13^{cal},3$) et du sulfure ($7^{cal},8$), pour donner un peu de sulfure alcalin susceptible de précipiter le nickel : c'est en effet ce que j'ai constaté. Dans les mélanges d'acétate de soude et de H^2S, le nitroprussiate de sodium a donné instantanément la coloration caractéristique des sulfures alcalins, le pourpre tournant seulement au bleu à cause du grand excès de H^2S par rapport au sulfure de sodium produit. La coloration est retardée, mais non supprimée, quand on verse le nitroprussiate dans des solutions de H^2S et d'acétate de soude additionnées de proportions croissantes d'acide acétique : elle se produit encore nettement au bout de 30 minutes avec 100^{cm^3} d'acétate de soude,

150^{cm^3} d'acide acétique et 250^{cm^3} d'eau saturée de H^2S. J'ai vérifié que les mélanges d'acide acétique et H^2S, ou d'acide acétique et d'acétate de soude ne donnent aucune coloration bleue avec le nitroprussiate : celle-ci est donc bien due à la formation de faibles quantités de Na^2S.

» *En résumé*, c'est la production de sulfure alcalin par action de H^2S sur l'acétate de soude, même en présence d'acide acétique libre, qui est la cause de l'affaiblissement apparent de celui-ci et de la précipitation plus ou moins complète des acétates métalliques, qui ne précipiteraient pas en présence de l'acide acétique, pris à la même concentration, et il n'est pas nécessaire de faire appel à la théorie de la dissociation électrolytique pour interpréter ces phénomènes. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur l'éther méthylique de l'acétol*, $H^3C - CO - CH^2(OCH^3)$.

Note de M. **Louis Henry**, présentée par M. Troost.

« J'ai trouvé dans la réaction de l'alcool méthylique sur le *formiate pyruvique* $H^3C - CO - CH^2(CHO^2)$ une méthode, aussi intéressante au point de vue doctrinal qu'avantageuse au point de vue pratique, de préparation de *l'acétol* $H^3C - CO - CH^2(OH)$, composé alcoolique que l'on n'obtient qu'avec difficulté par les méthodes ordinaires de saponification de ses éthers-sels.

» Dans cette réaction, il se forme, en quantité notable pour un produit accessoire, un corps solide, cristallin, fondant à 131° et bouillant à 196° sous la pression ordinaire.

» Je l'avais regardé comme étant *l'éther simple* ou *l'anhydride* de l'acétol

$$\begin{matrix} H^3C - CO - CH^2 \\ H^3C - CO - CH^2 \end{matrix} \Big\rangle O.$$

» Dans diverses circonstances, en effet, où il se produit des alcools à l'état de liberté, il se forme en même temps leurs anhydrides. En outre, les relations de *totalité* de ce composé avec ses congénères $C^3 - O - C^3$, moins oxygénés, légitimaient, dans une certaine mesure, cette supposition :

$H^3C - CH^2 - CH^2 - O - CH^2 - CH^2 - CH^3$	Éb. : 91°	54°	
$H^3C - CO - CH^2 - O - CH^2 - CH^2 - CH^3$ (1)	Éb. : 145°		51°.
$H^3C - CO - CH^2 - O - CH^2 - CO - CH^3$	Éb. : 196°		

(1) Produit de l'hydratation de l'éther propyl-allylique $C^3H^7 - O - C^3H^5$ normal par $HgBr^2$ dans l'eau.

» C'était, en fin de compte, à l'analyse, autant qu'à l'étude des propriétés chimiques de ce corps, à résoudre définitivement la question.

» A la demande de M. A. Kling qui s'occupe avec autant de succès que d'habileté de recherches sur les *alcools cétoniques*, dont l'*acétol*

$$H^3C - CO - CH^2(OH)$$

est le premier terme et le plus simple, j'ai renoncé à l'étude de ce composé cristallin accessoire. Or, voici que M. Kling vient de me faire connaître que ce composé a une composition qui répond à celle de l'éther méthylique de l'acétol et il le considère comme étant ce produit.

» Je ne suis pas de cet avis et voici pourquoi :

» J'ai fait autrefois, en 1881 (¹), lors de mes études sur l'hydratation des composés propargyliques à l'aide de $HgBr^2$ (méthode de Kutscheroff), le véritable éther méthylique de l'*acétol* $H^3C - CO - CH^2(OH)$.

» J'en possède en ce moment encore un échantillon. C'est un liquide en tout semblable au composé éthylique que j'ai décrit autrefois. Sa densité à 20° est égale à 0,9570. Sa densité de vapeur a été trouvée égale à 3,0; la formule demande 3,04. Il bout à 118° sous la pression ordinaire et réduit intensément la liqueur de Fehling.

» On y a trouvé pour 100 :

	I.	II.	Calculé.
C...........	55,03	54,74	54,54
H...........	9,17	9,22	9,09

» Son isomère, le *méthylglycide* $H^2C - CH - CH^2(OCH^3)$ (avec pont O entre les deux premiers carbones), produit de l'action des alcalis sur la *chlorhydrine glycérique méthyloxylée*

$$C^3H^5 - Cl - (OH) - (OCH^3) \quad (^2),$$

a le même point d'ébullition, mais s'en différencie totalement, au point de vue chimique, tant par l'action des hydracides halogénés qui s'y ajoutent vivement en le transformant en $(CH^3O)H^2C - CH(OH) - CH^2X$ que par son inertie à peu près absolue sur la liqueur de Fehling.

» Quant au composé cristallin qui se forme dans la saponification méthylique du *formiate acétolique*, il représente, à mon sens, un *polymère* du véritable éther *méthylacétolique* $H^3C - CO - CH^2(OCH^3)$ que je viens de faire connaître, comme le confirment les déterminations cryoscopiques dont M. Kling a eu l'obligeance de me communiquer les résultats.

(¹) Voir ma Note dans les *Comptes rendus*, t. XCIII, 1881, p. 421.

(²) Éb. 173°; produit de l'addition de (HO)Cl à $CH^2 = CH - CH^2(OCH^3)$.

» Que l'acétol se transforme en son dérivé méthylique, au moment où il apparaît à l'état libre au sein de l'alcool méthylique, rien d'étonnant à cela. Si l'on se rappelle que le voisinage du chaînon $>CO$ affaiblit l'intensité du caractère alcool dans le composant voisin $-CH^2(OH)$ et lui communique, en une certaine mesure, le caractère acide de son isomère $H^3C-CH^2-CO(OH)$ ou l'*acide propionique* lui-même.

» Il n'y a rien d'étonnant non plus à ce que cet éther méthylique de l'acétol apparaisse dans un état polymérisé, si l'on tient compte que la molécule de l'acétone elle-même à l'état liquide est déjà constituée, selon des déterminations récentes, de deux molécules gazeuses C^3H^6O.

» Ce polymère me paraît d'autant plus intéressant qu'il est, je crois, le premier que l'on ait signalé pour un composé acétonique dans le groupe aliphatique. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur l'acétolate de méthyle.* Note de M. **André Kling**, présentée par M. Troost.

« Dans l'élégante méthode préconisée par M. Louis Henry pour la préparation de l'acétol par action de l'alcool méthylique sur le formiate acétolique il se fait une quantité importante d'un composé cristallin mentionné par l'auteur dans son Mémoire original (1) et dont il voulut bien m'abandonner l'étude complète. C'est donc grâce à la bienveillance de M. Henry que j'ai pu m'occuper de ce composé. J'ai l'honneur de présenter aujourd'hui les résultats de mon travail qui m'amènent à considérer ce corps comme le dimère de l'acétolate de méthyle $(C^3H^5O-O-CH^3)$.

» Ce dérivé de l'acétol se forme, non seulement dans l'action de CH^3OH sec sur le formiate d'acétol (2), mais aussi par réaction directe des deux alcools l'un sur l'autre. Il suffit de chauffer à 140°, durant 8 à 9 heures, une partie de l'acétol et deux parties d'alcool méthylique pur et sec pour obtenir, par simple évaporation, le produit cristallisé.

» Préparé par l'une ou l'autre méthode il est complètement purifié par deux cristallisations dans le chloroforme bouillant.

---

(1) L. Henry, *Bulletin de l'Académie royale de Belgique*, 1902, p. 445.

(2) 650g de formiate + 1120g d'alcool méthylique chauffés durant 12 heures à 100° ont fourni 70g d'acétolate de méthyle.

Analyse.	Trouvé.	Calculé pour $(C^4H^8O^2)^x$.
C	54,20	54,50
H	9,16	9,10

» La grandeur moléculaire en a été déterminée par la cryoscopie. On a obtenu :

Dans H^2O employée comme solvant......		Moyenne : 171.
» C^6H^6 » »	172	
» $C^2H^4Br^2$ » »	184	
Calculé pour $(C^4H^8O^2)^2$..................	176	

» *Propriétés physiques.* — Le dimère de l'acétolate de méthyle est un beau corps cristallisé qui, chauffé, commence à se sublimer en longues aiguilles d'un blanc mat, puis fond à 131° et entre enfin en ébullition, ainsi que l'a déjà indiqué M. Henry.

» Assez peu soluble dans l'eau (1 pour 100 environ), dans l'alcool méthylique (4 pour 100 environ), la benzine, il l'est beaucoup plus dans le chloroforme (20 pour 100 environ à 15°). Sa solution chloroformique est inactive vis-à-vis de la lumière polarisée.

» Il cristallise dans le système clinorhombique, ainsi que me l'a indiqué M. Wyrouboff, à l'obligeance duquel je dois des déterminations de constantes cristallographiques que je publierai par ailleurs.

» *Propriétés chimiques.* — Le dimère de l'acétolate de méthyle est dissocié à la température d'ébullition de la naphtaline; sa densité de vapeur, déterminée dans ces conditions, est, en effet, de 2,642, conduisant à un poids moléculaire de 76, qui correspond au monomère $C^4H^8O^2$(PM = 88) libéré et déjà en partie altéré.

» La liqueur de Fehling à l'ébullition est sur lui sans action, à condition qu'on l'emploie fortement alcaline. Les alcalis bouillants ne le décomposent pas.

» L'acétate de phénylhydrazine, en solution aqueuse froide, ne réagit pas sur cet acétolate; à chaud, au contraire, une réaction se déclare assez rapidement et donne naissance à l'osazone de l'acétol fondant à 145°.

» Le chlorure d'acétyle, à froid, ne réagit qu'à la longue; à chaud, l'acétolate s'y dissout abondamment et recristallise inaltéré par refroidissement de la solution; puis, au bout de quelque temps, les deux corps entrent en réaction, le chlorure d'acide agissant de la même façon que les anhydrides d'acides. Ces derniers transforment, à chaud, l'acétolate de méthyle en éthers-sels de l'acétol et de l'alcool méthylique. L'acide chlorhydrique gazeux, vers 130°, donne avec lui de l'alcool méthylique et des produits goudronneux. L'eau de brome n'est pas décolorée par la solution aqueuse d'acétolate, sauf au bout de plusieurs jours.

» Les acides dilués hydrolysent très rapidement l'acétolate de méthyle en régénérant l'acétol; la solution hydrolysée réagit alors sur la liqueur de Fehling et l'on a pu

en extraire l'acétol à l'état d'oxime ou d'hydrazone par les réactifs appropriés. Les solutions alcooliques des acides agissent comme leurs solutions aqueuses. Les détails de ces hydrolyses seront publiés dans une prochaine Note.

» Les diastases hydrolysantes (invertines, maltine, émulsine, salive) sont sans action. L'eau seule paraît, à la longue, hydrolyser légèrement l'acétolate qui, somme toute, possède la plupart des réactions des méthylglucosides de M. Fischer.

» Comme j'avais, d'autre part, obtenu des sels métalliques de l'acétol attestant de la part de cet alcool un caractère acide s'accordant bien avec la formule $\begin{array}{c} OH \\ | \\ CH^3.C - CH^2 \\ \diagdown \ \diagup \\ O \end{array}$ que j'ai proposé de lui attribuer, j'avais tout d'abord considéré l'acétolate de méthyle comme l'isomère $\begin{array}{c} O - CH^3 \\ | \\ CH^3.C - CH^2 \\ \diagdown \ \diagup \\ O \end{array}$ de l'oxyde $CH^3CO - CH^2 - O - CH^3$ décrit par M. Henry. La cryoscopie nous ayant montré, à M. Henry et à moi, que l'acétolate de méthyle était un dimère, je considère aujourd'hui qu'il faut lui attribuer la formule

$$\text{(I)} \qquad \begin{array}{c} O - CH^3 \qquad \\ | \qquad\quad \\ CH^3 - C - CH^2 \\ | \qquad\ \ | \\ O \qquad\ \ O \\ | \qquad\ \ | \\ CH^3 - C - CH^2 \\ | \qquad\quad \\ O - CH^3 \qquad \end{array}$$

et non la formule

$$\text{(II)} \qquad (CH^3.CO.CH^2 - O - CH^3)^2.$$

» En effet, l'absence de réaction de l'acétate de phénylhydrazine à froid sur l'acétolate exclut l'hypothèse de groupements CO, de plus la disparition de ces groupements CO entre 2 molécules telles que

$$CH^3CO - CH^2 - O - CH^3$$

ne pourrait s'effectuer qu'en donnant naissance à une double liaison qui n'existe pas, ainsi que le prouve l'inactivité de l'eau de brome sur le dimère. Ce dimère résulte donc de la combinaison de deux variétés énanthéo-

morphes de l'oxyde $CH^3.C(O-CH^3)-CH^2$ (avec pont O entre C et CH^2) d'après le schéma suivant :

$$M \ldots\ldots\ldots N = \begin{matrix} O-CH^3 \\ CH^3-C-CH^2 \\ \diagdown O \diagup \\ \\ O \\ \diagup \diagdown \\ CH^3-C-CH^2 \\ O-CH^3 \end{matrix} \qquad \begin{matrix} O-CH^3 \\ CH^3-C——CH^2 \\ O \quad\quad O \\ CH^3-C——CH^2 \\ O-CH^3 \end{matrix} \quad \text{ou} \quad \begin{matrix} O-CH^3 \\ CH^3-C——CH^2 \\ O \quad\quad O \\ CH^2-C-CH^3 \\ O-CH^3 \end{matrix}$$

» La basicité de l'alcool éthylique, beaucoup plus faible que celle de l'alcool méthylique, n'a pas permis jusqu'ici d'obtenir le composé éthylique correspondant. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Éthers oxydes halogénés* $RO(CH^2)^nX$; *leurs composés magnésiens* $RO(CH^2)^nMgX$; *nouvelles synthèses dans la série du tétraméthylène*. Note de M. J. HAMONET, présentée par M. G. Lemoine.

« Parmi les éthers oxydes halogénés biprimaires $RO(CH^2)^nX$ on n'a su préparer jusqu'ici que ceux dans lesquels n égale 1, 2 et 3, comme $ROCH^2X$, $ROCH^2CH^2X$, $ROCH^2CH^2CH^2X$. J'ai pu obtenir quelques-uns de leurs homologues supérieurs par une méthode qui semble susceptible de généralisation.

» Si l'on fait passer de l'acide chlorhydrique gazeux dans la diamyline de butanediol $C^5H^{11}OCH^2CH^2CH^2CH^2OC^5H^{11}$, par exemple, la réaction est à peu près nulle. Au contraire l'acide iodhydrique vivement absorbé agit à la fois sur les deux groupes éthers et les transforme presque totalement en fonctions iodées $C^5H^{11}I$ et $I(CH^2)^4I$. L'acide bromhydrique se comporte tout autrement; il est encore très facilement absorbé même à froid; mais, si l'on a soin d'éviter l'élévation de la température et de ne laisser absorber que 2^{mol} d'acide par molécule de diamyline, la réaction a lieu, en majeure partie du moins, sur une seule fonction éther et l'on obtient un éther oxyde bromé suivant l'équation

$$C^5H^{11}O(CH^2)^4OC^5H^{11} + 2HBr = H^2O + C^5H^{11}Br + C^5H^{11}O(CH^2)^4Br,$$

» Traitée de la même façon, la diamyline du pentanediol $C^5H^{11}O(CH^2)^5OC^5H^{11}$, dont j'exposerai prochainement la préparation, a donné l'amyloxypentanebrome (1.5), $C^5H^{11}O(CH^2)^5Br$; sur mes conseils un de mes amis, M. Baudoin, a appliqué avec

succès la même réaction à la diamyline de l'hexanediol.2.5.

$$CH^3CH(OC^5H^{11})CH^2CH^2CH(OC^5H^{11})CH^3.$$

» On peut donc espérer qu'elle pourra être employée avec la plupart des corps analogues.

» Il n'est aucun chimiste qui ne voie tout le parti qu'on pourra tirer de semblables composés dissymétriques pour obtenir des *acides alcools* et leurs *lactones*, des *alcools cyanés* ou *aminés* en $\gamma.\delta.\varepsilon$... complètement inconnus jusqu'ici. Et, si j'ajoute que ces nouveaux éthers bromés sont capables de donner des dérivés magnésiens $RO(CH^2)^nMgBr$, on comprendra mieux encore la grande extension de leur aptitude réactionnelle.

» La bromoamyline tétraméthylénique $C^5H^{11}O(CH^2)^4Br$ est un liquide incolore d'une odeur très agréable de fruits. Refroidie par le mélange de neige carbonique et d'éther, elle devient visqueuse, mais ne cristallise pas. Elle bout à 114°-115° sous la pression de 16mm. Densité à 18° : 1,14. L'analyse a donné 35,98 pour 100, la théorie demande 35,87 pour 100.

» L'iodoamyline correspondante $C^5H^{11}O(CH^2)^4I$ a été préparée par l'action de la bromoamyline sur l'iodure de sodium en solution alcoolique. C'est un liquide faiblement coloré, bouillant à 128°-129° sous la pression de 16mm. Densité à 18° : 1,523. L'analyse a donné I, 46,31 pour 100; calculé : 47,03 pour 100.

» *Action du magnésium sur les éthers oxydes halogénés*. — Jusqu'ici les composés magnésiens à fonction mixte sont assez peu connus; il n'en a été signalé, je crois, aucun de la forme $RO(CH^2)^nMgX$. En traitant par le magnésium les éthers oxydes halogénés biprimaires $RO(CH^2)^nX$, étendus de 3vol à 4vol d'oxyde d'éthyle, j'ai obtenu $CH^3O(CH^2)^3MgI$ avec l'iodométhyline *triméthylénique*, $C^5H^{11}O(CH^2)^3MgI$ avec l'iodoamyline *triméthylénique*, $C^5H^{11}O(CH^2)^4MgB^2$ avec la bromoamyline *tétraméthylénique*, $C^5H^{11}O(CH^2)^5MgBr$ avec la bromoamyline *pentaméthylénique*.

» Parmi les nombreuses réactions auxquelles peuvent se prêter ces nouveaux dérivés magnésiens, je n'ai essayé jusqu'ici que celle des éthers méthyliques halogénés XCH^2OR, dont j'ai déjà expliqué l'emploi dans une Note précédente (1). Cela m'a permis de réaliser de nouvelles synthèses dans la série des glycols biprimaires, synthèses qui permettent de remonter d'un terme de la série à son homologue supérieur.

» *Nouvelle préparation des éthers oxydes du butanediol* 1.4. — Ainsi par réaction de la bromoamyline méthylénique sur le dérivé magnésien de l'iodoamyline trimé-

(1) *Comptes rendus*, t. CXXXVIII, p. 813.

thylénique j'ai obtenu la diamyline de butanediol, identique à celle que m'a fournie précédemment l'électrolyse du B. amyloxypropionate de sodium [1]

$$C^5H^{11}O(CH^2)^3MgI + BrCH^2OC^5H^{11} = MgBrI + C^5H^{11}O(CH^2)^4OC^5H^{11}.$$

L'éther méthylique bromé réagissant sur le composé magnésien de l'iodométhyline triméthylénique a donné l'éther diméthylique du même glycol

$$CH^3O(CH^2)^3MgI + BrCH^2OCH^3 = MgIBr + CH^3O(CH^2)^4OCH^3.$$

» Voilà donc un second moyen d'atteindre la série si longtemps inabordable du glycol tétraméthylénique. Ce nouvel éther diméthylique du butanediol 1.4. est un liquide très mobile bouillant à 132°-133° sous la pression de 760^{mm}. Densité à 18° : 0,859. L'analyse a donné C pour 100, 61,05, calculé 61,01; H pour 100, 11,67, calculé 11,86.

» *Synthèse dans la série pentamethylénique.* — Enfin par l'action de la bromoamyline méthylénique $BzCH^2OC^5H^{11}$ sur le dérivé magnésien de la bromoamyline tétraméthylénique $C^5H^{11}O(CH^2)^4MgBr$, j'ai pu remonter à la diamyline du pentanediol 1.5. dont j'espère pouvoir bientôt exposer ici les propriétés. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur une nouvelle réaction générale des aldéhydes.* Note de MM. **L.-J. Simon** et **A. Conduché**, présentée par M. Henri Moissan.

« L'action de l'éther acétylacétique sur les aldéhydes en présence d'ammoniaque a conduit Hantzsch à une méthode élégante de synthèse dans la série pyridique. Tout récemment Guareschi a entrepris sur l'éther cyanacétique des recherches parallèles, et il a été conduit à des dérivés de l'imide glutaconique.

» I. L'éther oxalacétique se condense également avec les aldéhydes en présence d'ammoniaque et conduit à des dérivés de substitution d'une cétopyrrolidone. Ce sont les premiers résultats obtenus dans cette voie que nous avons l'honneur de présenter à l'Académie. Le mode opératoire est fort simple :

» On dilue dans l'alcool l'éther oxalacétique (1^{mol}) et l'on y mélange l'aldéhyde (1^{mol}) (l'aldéhyde benzylique par exemple), puis on ajoute un poids d'ammoniaque aqueuse concentrée égal au poids d'éther employé. Il se produit un vif échauffement qu'on mo-

---

(1) *Comptes rendus,* t. CXXXII, p. 259.

dère par des affusions d'eau. On abandonne ensuite à soi-même; au bout de quelques heures on peut recueillir un dépôt abondant d'une substance cristalline à peine colorée qu'on lave à l'alcool froid. Cette substance est un sel ammoniacal. L'acide correspondant en résulte sans difficulté. La réaction s'interprète par les équations suivantes :

$$CO^2C^2H^5 - CH^2 - CO - CO^2C^2H^5 + C^6H^5 - COH + 2NH^3$$
$$= C^2H^5(OH) + H^2O + C^{13}H^{13}NO^4NH^3,$$
$$C^{13}H^{13}NO^4NH^3 + HCl = NH^4Cl + C^{13}H^{13}NO^4.$$

» Le corps ainsi obtenu est un solide blanc, peu soluble dans l'alcool froid et encore moins dans l'eau; on peut le faire cristalliser par refroidissement de ses solutions chaudes. Il se décompose sans fondre vers 185°.

» Les acides concentrés et froids le dissolvent sans l'altérer et l'eau le reprécipite de ses solutions acides. Chauffé avec l'acide sulfurique glacial il lui communique une coloration bleue et ne reprécipite plus alors par dilution.

» Ce corps se comporte comme un acide faible; sans action sur l'héliantine, mais acide vis-à-vis de la phtaléine, il peut être titré alcalimétriquement, en présence de cet indicateur, comme l'éther oxalacétique dont il provient. Il est soluble dans les solutions alcalines diluées et dans les solutions de carbonates alcalins à l'ébullition; de ces solutions, il est de nouveau précipité par les acides étendus.

» Nous avons préparé et analysé ses sels de potassium, d'ammonium, d'argent et de cuivre :

» *Le sel de potassium* $C^{13}H^{12}NO^4K$ s'obtient en précipitant par la potasse alcoolique la solution alcoolique de la substance acide; il est, en somme, peu soluble dans l'eau froide et cristallise par refroidissement de sa solution dans l'eau bouillante; il ne se décompose pas au-dessous de 265°-270°. On peut le titrer acidimétriquement en présence d'héliantine.

» *Le sel d'ammonium* $C^{13}H^{12}NO^4NH^4$, qui s'obtient directement dans la préparation, est très peu soluble dans l'alcool froid et même peu soluble dans l'eau froide (1 pour 100 environ), il se décompose aux environs de 175°.

» *Le sel d'argent* $C^{13}H^{12}NO^4Ag$, insoluble dans l'eau, s'obtient en petits cristaux en mélangeant des solutions très diluées (1 pour 1000) de sel alcalin et de nitrate d'argent. Il se décompose aux environs de 200° et est stable à la lumière.

» *Le sel de cuivre* $(C^{13}H^{12}NO^4)^2Cu + 2C^2H^4O^2$, obtenu par dilution de sa solution acétique au moyen d'eau, cristallise avec 2^{mol} d'acide acétique, qu'il abandonne complètement vers 150°; il est inaltérable au-dessous de 200°. Ce sel se présente en petits cristaux verts caractéristiques; il est insoluble dans l'eau, mais soluble dans l'ammoniaque, l'acide azotique et l'acide acétique concentré.

» Enfin, la substance acide et ses sels solubles colorent en rouge le chlorure ferrique en solution alcoolique ou aqueuse.

» Les propriétés acides de l'éther oxalacétique se retrouvent donc dans la nouvelle combinaison; les caractères de la fonction cétonique n'ont pas non plus disparu.

» La phénylhydrazone s'obtient en dissolvant la substance dans une solution alcoolique chaude de phénylhydrazine : elle fond à 172°-173° et communique à l'acide sulfurique concentré et froid une coloration bleue qui se modifie rapidement et se fixe en rose.

» L'oxime s'obtient en dissolvant de même la substance dans une solution alcoolique d'hydroxylamine libre : elle est très soluble dans l'alcool et cristallise avec de l'eau de cristallisation. Hydratée elle fond vers 100°; après dessiccation elle ne fond plus qu'à 150°.

» II. La réaction que nous venons de décrire à propos de l'aldéhyde benzylique s'applique sans modification au furfurol et aux aldéhydes aromatiques; on obtient avec la même facilité et le même succès des composés analogues, par leur composition et leurs caractères, avec la combinaison benzylique. Nous en avons préparé et analysé un certain nombre. Nous donnons, à titre d'indication, les températures approximatives de décomposition des substances obtenues (I) et de leurs combinaisons ammoniacales (II) :

	I.	II.
Aldéhyde benzylique..........	185°	175°
» méta-nitrobenzylique.	173	166
» salicylique..........	175	190
» anisique............	160	175
Vanilline....................	180	175
Pipéronal....................	155	185

» III. On peut remplacer, dans cette réaction, l'ammoniaque par une base primaire (méthylamine ou aniline); par contre, les amines secondaires (méthylaniline ou diphénylamine) ne donnent rien de semblable. On ne peut pas davantage remplacer sans modification l'éther oxalacétique par l'un de ses dérivés de substitution, l'éther méthyloxalacétique, par exemple.

» On nous permettra de conclure provisoirement, d'après tous les faits indiqués, à la constitution des produits obtenus. Nous admettons, en particulier pour les dérivés de l'aldéhyde benzylique, les formules suivantes : la formule I est relative à l'intervention de l'ammoniaque; la formule II

se rapporte à l'intervention de l'aniline :

$$\text{(I)}\quad \begin{array}{l} CO - CH - CO^2C^2H^5 \\ | \qquad | \\ CO \quad CH - C^6H^5 \\ \quad \diagdown \;\; \diagup \\ \quad\; NH \end{array} \qquad\qquad \begin{array}{l} CO - CH - CO^2C^2H^5 \\ | \qquad | \\ CO \quad CH - C^6H^5 \\ \quad \diagdown \;\; \diagup \\ \quad\; N.C^6H^5 \end{array} \quad \text{(II)}$$

» D'après cela, nous aurions affaire à des dérivés de l'α-cétopyrrolidone. Nous poursuivons les recherches destinées à fournir la démonstration de cette manière de voir. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Chloruration du carbonate de phényle en présence du chlorure d'antimoine.* Note de M. **Et. Barral**, présentée par M. Armand Gautier.

« En présence de l'iode ([1]), la chloruration atteint péniblement, comme dernier terme, le carbonate neutre de trichlorophényle. Aussi, je me suis adressé à des chlorurants plus énergiques : le chlorure d'aluminium anhydre et le pentachlorure d'antimoine.

» Le chlore traversant une dissolution de carbonate de phényle dans le tétrachlorure de carbone, additionné de chlorure d'aluminium anhydre, s'absorbe très lentement à froid, un peu plus rapidement à chaud, pendant que le liquide devient noirâtre. Dans ces conditions, j'ai obtenu les corps déjà préparés en présence de l'iode; la chloruration s'arrête au carbonate de trichlorophényle.

» Avec le carbonate de phényle maintenu en fusion après addition de chlorure d'aluminium anhydre, on obtient des corps mélangés à des produits de décomposition noirâtres, goudronneux, qui rendent les séparations fort difficiles.

» En présence du chlorure d'antimoine, on obtient aussi des produits noirâtres; mais la séparation des dérivés chlorés du carbonate de phényle est moins difficile.

» Pour préparer successivement les dérivés chlorés du carbonate de phényle par l'intermédiaire du chlorure d'antimoine, un poids connu de carbonate de phényle a été mis dans une cornue avec 5 pour 100 de son poids de trichlorure d'antimoine

([1]) Voir ma Note précédente.

(transformé ensuite en pentachlorure par le chlore). Dans le mélange fondu et chauffé dans une cornue à une température d'autant plus élevée que la chloruration est plus avancée, on fait passer un courant de chlore sec qu'on dirige à la sortie de la cornue dans des flacons contenant de l'eau pour absorber l'acide chlorhydrique formé. De temps en temps, la cornue et les flacons, tarés au préalable, étaient pesés pour se rendre compte de la marche de la chloruration.

» Dans les diverses préparations, le courant de chlore était interrompu lorsque l'augmentation du poids de la cornue et celle de l'acide chlorhydrique formé correspondaient à peu près à la formation du dérivé chloré que je me proposais d'obtenir. Malgré cela, j'ai presque toujours obtenu un mélange de deux ou trois carbonates de chlorophényle dont la séparation est fort laborieuse, leur solubilité étant peu différente dans les divers dissolvants neutres.

» Il se forme ainsi, surtout quand la chloruration dépasse le carbonate de trichlorophényle, des chlorophénols plus chlorés que le carbonate obtenu, par exemple du pentachlorophénol, en même temps que le carbonate de trichlorophényle; de la quinone tétrachlorée lorsque le chlore n'est pas suffisamment sec; du chlorure de Julin C^6Cl^6 lorsqu'on arrive au carbonate de pentachlorophényle.

» A des températures variables de 90° à 200°, d'autant plus élevées que la chloruration est plus avancée, j'ai réussi à préparer et à isoler :

» D'abord tous les dérivés chlorés obtenus dans la chloruration du carbonate de phényle en présence de l'iode. En outre, j'ai retiré une petite quantité d'un carbonate mixte de di- et de trichlorophényle $CO\langle{}^{OC^6H^3Cl^2}_{OC^6H^2Cl^3}$, en petites aiguilles blanches fusibles vers 130°, corps isomère de celui que j'ai obtenu dans la chloruration du carbonate de phényle en présence de l'iode.

» Après le carbonate de trichlorophényle $CO(OC^6H^2Cl^3_{1-2-4-6})^2$, fusible à 153°, il se forme du carbonate mixte de tri- et de tétrachlorophényle $CO\langle{}^{OC^6HCl^3_{1-2-4-6}}_{OC^6H^2Cl^4_{1-2-3-4-6}}$, en petites aiguilles blanches nacrées fusibles à 175°-176°; puis du carbonate de tétrachlorophényle $CO(OC^6HCl^4_{1-2-3-4-6})^2$, cristallisé en petites aiguilles nacrées, généralement réunies sous forme de choux-fleurs, fusibles à 155°-156°.

» Saponifié par la potasse alcoolique, ce carbonate de tétrachlorophényle donne le tétrachlorophénol $C^6HCl^4OH_{1-2-3-4-6}$, fusible à 67°, que M. Hugounenq a obtenu en partant de l'anisol tétrachloré, et que j'ai préparé par chloruration du phénol en présence soit de l'iode, soit du perchlorure de fer ou du perchlorure d'antimoine.

» J'ai obtenu synthétiquement ce carbonate de tétrachlorophényle en faisant réagir une solution toluénique d'oxychlorure de carbone sur une dissolution aqueuse concentrée de tétrachlorophénate de potassium.

» Il se forme ensuite, vers 180°-190°, une petite quantité de carbonate mixte de tétra- et de pentachlorophényle $CO\langle{}^{OC^6HCl^4_{1-2-3-4-6}}_{OC^6Cl^5}$, en fines aiguilles blanches nacrées, fusibles à 168°-169°.

» Enfin, j'ai obtenu le dernier terme de la série, le carbonate de pentachlorophé-

nyle $CO(OC^6Cl^5)^2$, cristallisé en petits prismes translucides blancs, fusibles à 258°, presque insoluble dans les dissolvants neutres, très peu soluble dans le benzène froid, un peu plus à l'ébullition, ce qui permet de le séparer facilement des autres carbonates de chlorophénols. La potasse alcoolique le transforme en pentachlorophénol. J'en ai fait la synthèse par l'oxychlorure de carbone et le pentachlorophénate de potassium. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Action du soufre et du sélénium sur les combinaisons organomagnésiennes des hydrocarbures aromatiques mono- et dihalogénés dans le noyau.* Note de M. F. **Taboury**, présentée par M. A. Haller.

« L'action de l'oxygène sur les composés organomagnésiens des hydrocarbures aromatiques monobromés et dihalogénés dans le noyau ayant fourni à M. Bodroux (*Bull. Soc. chim.*, 3e série, t. XXXI, p. 24) un certain nombre de phénols, je me suis proposé de voir si l'on obtient des réactions de même genre avec les autres métalloïdes de la même famille, ce qui devait me conduire à l'obtention de thio-, séléno-, tellurophénols. Mes essais ont porté sur le soufre et le sélénium, et dans ces deux cas l'expérience a confirmé mes prévisions. Mais il se forme en même temps que les thio- et sélénophénols une quantité plus ou moins grande de disulfure ou de diséléniure provenant de l'oxydation des composés qui prennent naissance dans la réaction.

» Voici les résultats obtenus :

I. — *Action du soufre.*

Dérivés halogénés primitifs.	Thiophénols.	Points de fusion.	Disulfures.	Points de fusion.
C^6H^5Br	C^6H^5SH	liquide	$(C^6H^5)^2S^2$	59°-60°
$C^{10}H^7Br_\alpha$	$C^{10}H^7SH$	liquide	$(C^{10}H^7)^2S^2$	85°
$C^6H^4Br^2$	C^6H^4BrSH	70°-71°	$(C^6H^4Br)^2S^2$	93°
C^6H^4ClBr	C^6H^4ClSH	54°	$(C^6H^4Cl)^2S^2$	70°-71°
$C^{10}H^6Br^2$	$C^{10}H^6BrSH$	55°-56°	$(C^{10}H^6Br)^2S^2$	131°-132°
$C^{10}H^6ClBr$	$C^{10}H^6ClSH$	43°-44°	$(C^{10}H^6Cl)^2S^2$	121°-122°

II. — *Action du sélénium.*

Dérivés halogénés primitifs.	Sélénophénols.	Points de fusion.	Diséléniures.	Points de fusion.
C^6H^5Br	C^6H^5SeH	liquide	$(C^6H^5)^2Se^2$	62°
$C^{10}H^7Br_\alpha$	$C^{10}H^7SeH$	liquide	$(C^{10}H^7)^2Se^2$	87°-88°

» Le mécanisme de la réaction paraît être le suivant :

$$\mathrm{Mg}\begin{matrix}\diagup \mathrm{Br} \\ \diagdown \mathrm{R}\end{matrix} + \mathrm{S} = \mathrm{M}\begin{matrix}\diagup \mathrm{Br} \\ \diagdown \mathrm{S-R}\end{matrix}$$

$$\mathrm{Mg}\begin{matrix}\diagup \mathrm{Br} \\ \diagdown \mathrm{S-R}\end{matrix} + \mathrm{HCl} = \mathrm{Mg}\begin{matrix}\diagup \mathrm{Br} \\ \diagdown \mathrm{Cl}\end{matrix} + \mathrm{R-SH},$$

$$\begin{matrix}\mathrm{R-SH} \\ \mathrm{R-SH}\end{matrix} + \mathrm{O} = \mathrm{H^2O} + \mathrm{R-S-S-R}.$$

» Voici le mode opératoire qui m'a servi dans tous les cas :

» Dans une solution éthérée contenant une demi-molécule-gramme de composé organo-magnésien, je projette par petites portions et en refroidissant le ballon 16g de soufre ou 40g de sélénium pulvérisés, passés au tamis et séchés. Le liquide entre aussitôt en ébullition. Lorsque la réaction paraît terminée, j'achève l'opération en chauffant au bain-marie pendant une demi-heure. Je traite ensuite par l'eau acidulée par l'acide chlorhydrique, en évitant une trop grande élévation de température, car, si cette dernière condition n'est pas réalisée, il se produit un dégagement abondant de H^2S ou SeH^2. Après évaporation de l'éther, le thio ou sélénophénol est isolé par entraînement à la vapeur d'eau ou dissolution dans la potasse. Le résidu est purifié par cristallisation et fournit le disulfure ou le disélénіure.

» Les chlorures d'acide réagissent énergiquement sur les composés

$$\mathrm{Mg}\begin{matrix}\diagup \mathrm{Br} \\ \diagdown \mathrm{S-R}\end{matrix}$$

pour donner les éthers-sels correspondants :

$$\mathrm{Mg}\begin{matrix}\diagup \mathrm{Br} \\ \diagdown \mathrm{S-R}\end{matrix} + \mathrm{R'-COCl} = \mathrm{Mg}\begin{matrix}\diagup \mathrm{Br} \\ \diagdown \mathrm{Cl}\end{matrix} + \mathrm{R'-COS-R}.$$

» J'ai ainsi préparé les thiobenzoates suivants avec un rendement variant de 25 à 40 pour 100 :

$C^6H^5CO.S - C^6H^5$	56°
$C^6H^5CO.S - C^{10}H^7$	117-118
$C^6H^5CO.S - C^{10}H^6Br$	120-121
$C^6H^5CO.S - C^{10}H^6Cl$	111-112
$C^6H^5CO.S - C^6H^4Br$	83-84
$C^6H^5CO.S - C^6H^4Cl$	75-76

» Les iodures alcooliques réagissent aussi sur les combinaisons organo-magnésiennes sulfurées ou séléniées. Je ferai connaître prochainement les résultats que j'ai obtenus. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Purification et caractérisation des alcools.* Note de M. L. **Bouveault**, présentée par M. A. Haller.

« Quand une espèce chimique de molécule un peu compliquée se présente à l'état liquide, on n'est jamais certain de ne pas avoir affaire à un mélange, surtout à un mélange d'isomères. Pour la même raison, l'identification de deux substances liquides ne présente aucune certitude.

» Si l'on ne peut, par congélation, amener la substance en question à l'état cristallin, il est de toute nécessité de l'engager dans une combinaison cristallisée aisément purifiable qui puisse au moins servir à la caractériser. Si, par surcroît, de ce corps cristallisé on peut régénérer le liquide primitif, on l'aura à la fois caractérisé et purifié.

» La purification et la caractérisation des alcools sont rendues fort difficiles par ce fait qu'ils sont presque toujours liquides et ne donnent qu'à grand'peine des combinaisons cristallisées. Il est déjà peu aisé d'extraire à l'état de pureté un alcool mêlé à des corps neutres de fonction différente et de points d'ébullition voisins du sien. Il faut alors, soit transformer l'alcool en un éther bouillant beaucoup plus haut que lui (benzoate), soit, en le combinant à un anhydride d'acide bibasique, en un éther acide soluble dans les alcalis (A. Haller, *Comptes rendus,* t. CVIII, p. 1308). Mais, quant à séparer un mélange de deux alcools de points d'ébullition rapprochés, cela constitue un problème des plus ardus et qu'aucune méthode générale ne permet actuellement de résoudre.

» Il est tout à fait exceptionnel que l'éthérification permette d'arriver au but. Les acides, même ceux qui possèdent les points de fusion le plus élevés, donnent en général des éthers liquides avec les alcools de la série grasse possédant plus de 6^{at} de carbone. Ce n'est qu'avec la plus grande difficulté que MM. W. Marckwald et A. Mac Kenze ont pu séparer les deux alcools contenus dans l'alcool amylique commercial, en se servant des éthers acides qu'ils donnent avec l'acide 3-nitrophtalique (*D. ch. G.,* t. XXXIV, p. 479 et 485; t. XXXV, p. 1595 et 1602).

» L'isocyanate de phényle a rendu dans cet ordre d'idées beaucoup de services; il a permis à A.-W. Hofmann et à ses élèves, et à beaucoup d'autres ensuite, de caractériser de nombreux alcools. Toutefois, son emploi échoue souvent, quand les phényluréthanes ainsi préparées sont liquides ou trop solubles dans les divers dissolvants organiques.

» MM. H. et E. Erdmann et P. Huth (*Journ. f. prakt. Ch.,* t. LVI, p. 1, 6 et 27) remplacent l'isocyanate de phényle par le chlorure de diphénylurée et ses homologues supérieurs; ils obtiennent des uréthanes disubstituées qui ont rendu service dans

quelques cas spéciaux, mais qui présentent toujours, quoique à un degré moindre, les mêmes défauts que les phényluréthanes.

» Je suis arrivé à obtenir des dérivés cristallisés de tous les alcools sur lesquels j'ai fait porter mes essais, chaque fois que j'ai pu en préparer les éthers pyruviques.

» Tous ces pyruvates se combinent avec énergie à la semicarbazide en donnant des semicarbazones cristallisées et inaltérables qui sont chacune caractéristique de l'alcool correspondant. Ces semicarbazones de pyruvates

$$\begin{array}{l} CH^3-C-CO-OR \\ \qquad\ \ \| \\ \qquad Az-AzH-CO-AzH^2 \end{array}$$

sont insolubles dans l'eau, très peu solubles dans l'éther de pétrole, médiocrement solubles dans les autres dissolvants organiques, cristallisent très aisément et permettront des séparations d'alcools. Il suffit d'ailleurs de les traiter par la potasse alcoolique pour régénérer l'alcool correspondant; il se fait en même temps le sel de potassium de l'acide semicarbazone-pyruvique.

» Le problème est donc ramené à la préparation des pyruvates des divers alcools. Avec les alcools *primaires* et *secondaires*, il suffit d'opérer, comme l'a indiqué M. Simon (*Bull.*, 3e série, t. IX, p. 136), c'est-à-dire de maintenir quelques heures à 140°-150° le mélange d'alcool et d'acide et de distiller ensuite. La méthode étant intéressante surtout pour les alcools à molécule lourde, j'effectue dans le vide la distillation du pyruvate. J'ai constaté que certains alcools non saturés donnent des réactions anormales : en particulier, le géraniol est complètement décomposé.

» Quant aux alcools *tertiaires*, tous ceux que j'ai eus entre les mains ont été intégralement décomposés par l'acide pyruvique en eau et hydrocarbures éthyléniques. Ce dédoublement constitue un excellent mode de préparation de ces derniers. Je continue d'ailleurs mes essais relatifs à la préparation des pyruvates des alcools tertiaires.

» La semicarbazone de pyruvate de l'alcool triméthyléthylique (22 diméthylpropanol) fond à 168°, celle de l'alcool caprylique de l'huile de ricin (octanol 2) à 118°-119°, celle de l'alcool benzylique à 176°, celle de l'alcool phénylpropylique à 143°, celle de l'alcool hexahydrobenzylique à 182°, celle du 26-diméthyloctanol à 124°. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur deux acides β-méthylcinnamiques isomères.* Note de M. M. Tiffeneau, présentée par M. Haller.

« Dans une précédente Note (*Comptes rendus*, t. CXXXV, p. 1348), j'ai signalé la formation de deux acides β-méthylcinnamiques dans l'action

de CO^2 sur le dérivé magnésien de l'α-méthyl-ω-bromostyrolène et je me proposais d'étudier spécialement ces deux acides; une Note récente de M. Schroeter (*Berichte*, t. XXXVII, p. 1091) m'oblige à publier dès maintenant mes résultats.

» Je suis parvenu à séparer ces deux acides grâce à leur différence de solubilité soit dans l'éther de pétrole, soit dans le sulfure de carbone; en répétant les cristallisations, j'ai obtenu finalement deux acides à point de fusion toujours identique, l'un fusible à 129°, l'autre fusible à 97°-98°.

» On pourrait considérer ces acides comme des isomères de position et admettre que l'un est un acide phénylcrotonique

$$CH^3 - C(C^6H^5) = CH - CO^2H$$

tandis que l'autre serait un acide phénylisocrotonique

$$CH^2 = C(C^6H^5) - CH^2 - CO^2H;$$

il serait possible, en effet, que l'ω-bromométhylstyrolène obtenu par l'action de la potasse sur le dibromométhylstyrolène $C^6H^5 - CBr(CH^3) - CH^2Br$ puisse contenir à la fois le phényl-2-bromo-1-propylène-1

$$CH^3C(-C^6H^5) = CHBr$$

et le phényl-2-bromo-3-propylène-1 $CH^2Br - C(C^6H^5) = CH^2$.

» Toutefois, étant donnée la facilité avec laquelle ces acides s'hydrogènent en l'acide saturé correspondant, on doit plutôt les envisager comme des acides éthyléniques α et les considérer comme deux acides β-méthylcinnamiques stéréoisomères.

» *Acide fusible à* 129°. — Cet acide distille entièrement sans décomposition vers 170°-172° sous 14^{mm}; chauffé avec de la baryte caustique, il fournit du méthylstyrolène caractérisé par la formation de phénylacétone dans l'action de AzO^3Ag sur l'iodhydrine correspondante. Il est facilement hydrogéné par l'acide iodhydrique en présence de phosphore.

» *Acide fusible à* 97°-98°. — Je suis parvenu à réaliser la formation de cet acide par une voie toute différente, ainsi que l'a fait également M. Schroeter (*loc. cit.*).

» Cette méthode consiste à condenser l'acétophénone [1] et l'éther iodacétique en présence de magnésium, puis à soumettre l'éther de l'acide-alcool ainsi obtenu à plu-

---

[1] J'ai également réussi à condenser la paraméthylacétophénone avec l'éther iodacétique et j'ai ainsi obtenu un acide paraméthyl-β-méthylcinnamique

$$CH^3 - C^6H^4 - C(CH^3) = CH - CO^2H,$$

fusible à 136°.

sieurs distillations à la pression ordinaire; le méthylcinnamate d'éthyle ainsi préparé bout vers 270°; il est soumis à la saponification et fournit avec d'assez bons rendements un acide brut fusible à 95°; après plusieurs cristallisations dans l'alcool méthylique ou dans le sulfure de carbone, cet acide fond nettement à 97°-98° et distille sans décomposition sensible vers 171°-174° sous 15mm.

» L'*éther méthylique* bout à 259°-260°; il cristallise dans l'alcool à 80° en fournissant des feuillets fusibles à 28°, $d_{28} = 1,055$.

» L'*éther éthylique* bout à 269°-271°, $d_{19} = 1,041$.

» L'anilide cristallise dans l'alcool dilué et fond à 121°; elle a déjà été décrite par Henrich et Wirth (*D. Ch. Ges.*, t. XXXVII, p. 734). Distillé sur de la baryte caustique cet acide donne, comme son isomère, de l'α-méthylstyrolène; son hydrogénation par l'acide iodhydrique et le phosphore fournit un acide saturé bouillant vers 274°-276° en même temps qu'il se forme, par décomposition de cet acide, de petites quantités de cumène. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Action des composés organomagnésiens mixtes sur la phtalimide et la phénylphtalimide.* Note de M. **Constantin Béis**, présentée par M. A. Haller.

« Poursuivant mes études sur l'action du réactif de Grignard sur les composés azotés (1) j'ai traité la phtalimide par $Mg\langle^{Br}_{C^2H^5}$ et j'ai obtenu avec la première de ces imides un corps que je rattache au groupe de l'isoindol et dont j'explique la formation par les équations suivantes :

$$(A')\quad C^6H^4\langle^{CO}_{CO}\rangle NH + 2Mg\langle^{Br}_{C^2H^5} = C_6H_4\langle^{CO}_{C(C^2H^5)}\rangle^{NMgBr}_{OMgBr} + C^2H^6,$$

$$(B')\quad C^6H^4\langle^{CO}_{C(C^2H^5)}\rangle^{NMgBr}_{OMgBr} + H^2O = C^6H^4\langle^{CO}_{C(C^2H^5)}\rangle\!\!=\!N + MgBr^2 + Mg(OH)^2.$$

$$\text{ou}\quad C^6H^4\langle^{CO}_{C}\rangle NH,\ C{=}CH-CH^3$$

» En appelant isoindolone le corps $C^6H^4\langle^{CO}_{CH}\rangle\!\!=\!N$, les corps suivants

(1) *Comptes rendus*, t. CXXXVII, p. 575.

obtenus par action de l'éthylbromure, de l'isobutylbromure et de l'isoamylbromure de magnésium sur la phtalimide seraient appelés :

» 1. *Éthylisoindolone* : $\left\{ C^6H^4\left\langle\begin{array}{c}CO\\ \underset{|}{C}\\ C^2H^5\end{array}\right\rangle N \text{ ou } C^6H^4\left\langle\begin{array}{c}CO\\ C\end{array}\right\rangle NH,\ C{=}CH-CH^3 \right\}$. — Cristaux fondant à 210°.

» 2. *Isobutylisoindolone* :

$$\left\{ C^6H^4\left\langle\begin{array}{c}CO\\ C\end{array}\right\rangle N,\quad C-CH^2-CH\left\langle\begin{array}{c}CH^3\\ CH^3\end{array}\right. \text{ ou } C^6H^4\left\langle\begin{array}{c}CO\\ C\end{array}\right\rangle NH,\ C{=}CH-C^3H^7 \right\}.$$

— Cristaux fondant à 180°.

» 3. *Isoamylisoindolone* :

$$\left\{ C^6H^4\left\langle\begin{array}{c}CO\\ C\end{array}\right\rangle N,\quad C-CH^2-CH^2-CH\left\langle\begin{array}{c}CH^3\\ CH^3\end{array}\right. \text{ ou } C^6H^4\left\langle\begin{array}{c}CO\\ C\end{array}\right\rangle NH,\ C{=}CH-C^4H^9 \right\}.$$

— Cristaux fondant à 115°.

» Tous ces corps sont presque insolubles dans l'eau et solubles dans les solvants organiques usuels, surtout l'acide acétique cristallisable.

» On peut pourtant se demander si les corps que je considère comme isoindolones ne sont pas en réalité des nitriles-cétones $\left(C^6H^4\left\langle\begin{array}{l}CN\\ CO-R\end{array}\right.\right)$ et si l'isoindolinone $\left\{ C^6H^4\left\langle\begin{array}{c}CO\\ C\end{array}\right\rangle NC^6H^5,\ C(OH)(C^2H^5) \right\}$ ne serait pas plutôt une phénylamide-cétone $\left(C^6H^4\left\langle\begin{array}{l}CONHC^6H^5\\ CO-C^2H^5\end{array}\right.\right)$. Il me serait difficile d'admettre les secondes formules pour les raisons suivantes :

» 1° Les corps $C^6H^4\left\langle\begin{array}{c}CO\\ \underset{|}{C}\\ R\end{array}\right\rangle N$ ne m'ont donné ni semicarbazone, ni phénylhydrazone, ni de réactions colorées des cétones;

» 2° Le sodium n'a pas réduit la solution alcoolique du corps

$$C^6H^4\left\langle\begin{array}{c}CO\\ C\\ |\\ CH^2-CH\left\langle\begin{array}{l}CH^3\\CH^3\end{array}\right.\end{array}\right\rangle N$$

et le zinc n'a pas réduit non plus la solution acétique du corps $C^6H^4\left\langle\begin{array}{c}CO\\ C\\ |\\ C^2H^5\end{array}\right\rangle N$.

» 3° En faisant bouillir le corps $C^6H^4\left\langle\begin{array}{c}CO\\ C\\ |\\ CH^2-CH^2-CH\left\langle\begin{array}{l}CH^3\\CH^3\end{array}\right.\end{array}\right\rangle N$ avec une solution concentrée de potasse dans l'alcool, je n'ai pas constaté la formation de l'acide

$$C^6H^4\left\langle\begin{array}{l}COOH\\ CO-C^5H^{11}\end{array}\right..$$

» 4° On sait que les nitriles fondent ordinairement plus bas que les acides correspondants. En suivant cette règle, un nitrile comme $C^6H^4\left\langle\begin{array}{l}CN\\ CO-C^2H^5\end{array}\right.$ devait fondre plus bas que l'acide $C^6H^4\left\langle\begin{array}{l}COOH\\ CO-C^2H^5\end{array}\right.$. Or il n'en est pas ainsi. Cet acide préparé par MM. Gabriel et Michael (1) fond en effet vers 91°, tandis que le corps que j'ai obtenu fond vers 210°. J'ai préparé d'ailleurs également cet acide par une méthode différente en chauffant pendant quelques heures au bain-marie le corps en question avec l'acide chlorhydrique concentré. Mais cette réaction ne prouve nullement qu'il s'agisse d'un nitrile, parce qu'elle peut être aussi bien expliquée par une formule d'isoindolone.

» Quant à l'isoindolinone $C^6H^4\left\langle\begin{array}{c}CO\\ \\ C\\ |\\ C^2H^5\end{array}\right\rangle NC^6H^5$ (avec OH sur C), je l'admets comme telle, et non pas comme une phénylamidocétone, parce qu'elle ne m'a donné ni phénylhydrazone, ni semicarbazone, ni de réactions colorées des cétones. En outre, le bromure d'acétyle réagit sur elle en donnant un corps dans lequel un — OH est remplacé par un Br. Ce remplacement ne s'explique guère avec la formule phénylamidocétone, tandis qu'il est facilement explicable, si l'on admet la formule d'une isoindolinone qui, sous l'influence du bromure d'acétyle, subit une déshydratation avec addition subséquente d'acidebromhydrique. »

(1) *Berichte*, t. XI, p. 1014.

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur les hydrates d'alcool méthylique et d'acétone.* Note de **E. Varenne** et **L. Godefroy**, présentée par M. Troost.

« Nous avons appliqué à l'étude des hydrates d'alcool méthylique et d'acétone la méthode du *chronostilliscope L. Varenne* qui nous a déjà permis d'obtenir les hydrates d'alcool éthylique (*Comptes rendus*, 7 décembre 1903 et 11 janvier 1904).

» *Hydrates d'alcool méthylique.* — On a opéré sur les mélanges successifs de 95 d'alcool pour 5 d'eau, 90 d'alcool pour 10 d'eau, etc. La température était constante de 12°. Le tube capillaire avait une longueur de 100^{mm} et un diamètre de $0^{mm},64$. Nous avons ainsi établi vingt et une constantes avec lesquelles nous avons construit une courbe dans laquelle les temps écoulés sont pris pour ordonnées et les richesses en alcool pour abscisses.

» Cette courbe représente nettement les variations de T et, par conséquent, celles de sa fonction inverse K (coefficient de dépense), laquelle est caractéristique de chaque mélange. Elle présente un profil absolument analogue à celui de l'alcool éthylique, mais les variations des ordonnées sont beaucoup plus importantes puisqu'elles vont de 259 à 785 unités au lieu de 228 à 502.

» Les hydrates d'alcool méthylique sont au nombre de six. Le plus important situé au sommet de la courbe (abscisse 40) correspond presque rigoureusement à l'hydrate $CH^3OH + 3H^2O$, c'est l'analogue de l'hydrate éthylique déjà signalé.

» Un second est situé au voisinage de l'abscisse 70 et représente exactement l'hydrate $CH^3OH + H^2O$. Un troisième se trouve sur l'abscisse 50 et répond à la formule $CH^3OH + 2H^2O$.

» La partie descendante de la courbe devient presque régulière, mais présente cependant à l'abscisse 30 l'hydrate $CH^3OH + 5H^2O$; à l'abscisse 20, l'hydrate

$$CH^3OH + 8H^2O$$

et à l'abscisse 10, l'hydrate $CH^3OH + 20H^2O$.

» *En résumé* on obtient donc avec l'alcool méthylique les six hydrates suivants :

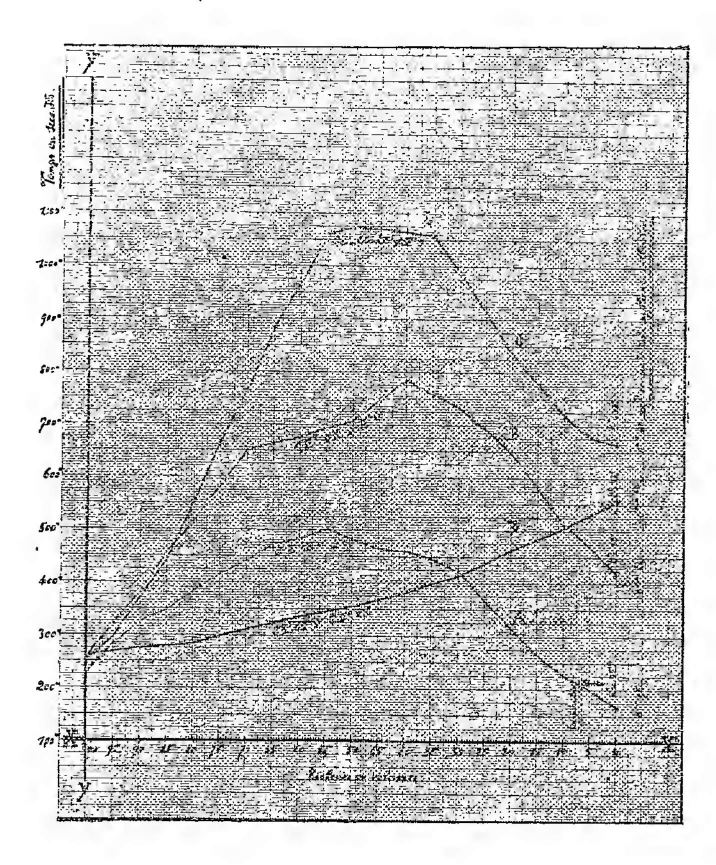
$$\left.\begin{array}{l} CH^3OH + H^2O \\ CH^3OH + 2H^2O \\ CH^3OH + 3H^2O \end{array}\right\} \text{branche ascendante;}$$

$$\left.\begin{array}{l} CH^3OH + 5H^2O \\ CH^3OH + 8H^2O \\ CH^3OH + 20H^2O \end{array}\right\} \text{branche descendante.}$$

» *Hydrates d'acétone.* — Nous avons appliqué la même méthode que pour les alcools éthylique et méthylique.

» La courbe construite à l'aide de 21 constantes (comme les précédentes) est caractéristique et diffère assez des courbes analogues concernant les alcools éthylique et méthylique.

» La courbe acétone + eau s'élève rapidement et presque en ligne droite jusqu'à l'ordonnée 1060, et qui semble indiquer que jusqu'à ce point il n'existe pas de combinaisons définies. A partir de l'ordonnée 1060 jusqu'à l'ordonnée 1058, elle forme un plateau assez étendu. Ce plateau présente un point culminant à l'abscisse 50, lequel correspond exactement à l'hydrate d'acétone $CH^3 - CO - CH^3 + 4H^2O$.



» L'origine du plateau (abscisse 55) représente l'hydrate $CH^3 - CO - CH^3 + 3H^2O$.

» La fin du plateau (abscisse 35) répond exactement à l'hydrate

$$CH^3 - CO - CH^3 + 8H^2O.$$

» A partir de ce point, la courbe redescend rapidement, presque en ligne droite et se termine par une partie curviligne presque horizontale. Vers cette partie doivent exister quelques hydrates peu stables renfermant un grand nombre de molécules d'eau (environ 34).

» L'acétone donne donc avec l'eau au moins trois hydrates définis :

$$CH^3-CO-CH^3+3H^2O,$$
$$CH^3-CO-CH^3+4H^2O,$$
$$CH^3-CO-CH^3+8H^2O,$$

et probablement :

$$CH^3-CO-CH^3+34H^2O.$$

» Ajoutons enfin que les mélanges d'alcool éthylique et d'alcool méthylique ne semblent pas donner de *combinaison*.

» Les courbes ci-dessus résument ces observations. »

ZOOLOGIE. — *Sur la perception des radiations lumineuses chez les Papillons nocturnes et l'emploi des lampes-pièges.* Note de M. **Joseph Perraud**, présentée par M. Alfred Giard.

« La lumière exerce sur beaucoup d'animaux une attraction remarquable et, de tout temps, semble-t-il, on a su utiliser cette propriété pour capturer certains insectes nuisibles. Mais, jusqu'à ce jour, aucun auteur ne s'est préoccupé de déterminer, par des expériences comparatives, les conditions les plus favorables pour l'emploi des pièges lumineux : nous allons exposer les résultats des recherches que nous avons faites dans ce but.

» On peut admettre, *a priori*, que certains animaux, très éloignés de nous par leur constitution, ne voient pas les rayons du spectre que nous percevons et en voient d'autres que nous ne percevons pas. On peut supposer aussi que tous les rayons du spectre n'impressionnent pas de la même façon l'œil de tous les animaux.

» La solution de ces questions présente un grand intérêt tant au point de vue des conséquences pratiques qu'à celui de la philosophie générale.

» Paul Bert a le premier démontré que certains Crustacés, les *Daphnia pulex*, savaient apprécier les différences d'éclairage et distinguer les couleurs. Les recherches de Raphaël Dubois, de Lubbock, de Graber, d'Exner ne laissent aucun doute sur l'existence d'un sens chromatique chez les Invertébrés. Nous avons constaté le fait pour plusieurs Lépidoptères nocturnes : Pyrale de la Vigne (*Tortrix pilleriana*), Cochylis (*Tortrix ambiguella*), Pyrale du Pommier (*Carpocapsa pomonella*).

» En faisant tomber les rayons du spectre dans une chambre obscure où sont

enfermés des papillons de Pyrales ou de Cochylis, on observe un groupement curieux de ces insectes : la majorité se trouve dans le jaune, le vert, l'orangé, une assez grande quantité dans le rouge, un petit nombre dans le bleu et quelques-uns seulement dans le violet.

» En remplaçant les radiations spectrales par autant de lumières, représentant les mêmes couleurs et de la valeur initiale d'une bougie, nous avons constaté une distribution semblable dans le déplacement des papillons. En ajoutant à la série une lumière blanche, de source identique, et en adaptant un piège à chacun des foyers, la capture des insectes s'est opérée dans les proportions indiquées ci-après :

Lumière blanche	33,3	pour 100.
» jaune	21,3	»
» verte	13,8	»
» orangée	13	»
» rouge	11,5	»
» bleue	4,9	»
» violette	2,2	»

» L'expérience, répétée plusieurs fois dans les vignes, nous a donné des résultats absolument comparables.

» La puissance captivante de la lumière vis-à-vis des papillons nocturnes, sur une surface donnée, n'est pas proportionnelle à son intensité comme l'indiquent les chiffres suivants fournis par douze chasses :

Intensité des lampes-pièges.	Nombre de papillons capturés (moyenne par nuit).	
	Lampes avec manchon.	Lampes sans manchon.
1 bougie décimale	569	411
4 » »	518	390
7 » »	545	409

» Le rayon d'attraction d'un foyer n'est pas davantage en rapport avec son intensité lumineuse : de 12^m à 14^m pour une lampe d'une bougie, on peut le fixer de 16^m à 18^m pour une lampe de sept bougies.

» Ces constatations peuvent paraître paradoxales; elles trouvent leur raison dans les aptitudes de ces papillons dont le vol est très court et l'organe visuel incapable de percevoir à de grandes distances.

» Ces mêmes insectes paraissent s'accommoder mieux d'une lumière diffuse que d'une lumière éclatante; nos prises, relatées dans le Tableau ci-dessus, ont été, en effet, plus abondantes avec des lampes munies de manchons diffuseurs.

» La hauteur des lampes-pièges au-dessus du sol n'est pas indifférente; elles devront être placées dans la zone où les papillons évoluent habituellement : pour la Pyrale de la Vigne et la Cochylis, de 40^{cm} à 50^{cm} dans les vignes basses sans support et, dans les

autres, à un niveau juste suffisant pour que les pampres n'emprisonnent pas trop les rayons lumineux; pour la Pyrale du Pommier, à la hauteur des arbres.

» Les observations rapportées précédemment nous autorisent à formuler les conclusions suivantes :

» Les Lépidoptères nocturnes soumis à cette étude perçoivent les diverses radiations lumineuses du spectre et sont par elles différemment impressionnés. La lumière blanche est celle qui exerce la plus grande attraction sur ces papillons.

» La lumière diffuse est plus captivante que la lumière vive. Il y a donc avantage, pour l'emploi des lampes-pièges, à diminuer l'éclat intrinsèque de la durée lumineuse et, pour lui conserver la même intensité totale, à augmenter la surface éclairante en utilisant les diffuseurs. On captera, au moyen d'un écran blanc, disposé en manchon, le flux de lumière le plus grand possible. Le pouvoir éclairant sera diminué par l'absorption, mais certains rayons émis au-dessus du plan horizontal seront ramenés dans cette direction à leur sortie de l'écran diffusant et pourront avoir un effet utile alors que, dispersés, ils n'auraient pu être aperçus par l'insecte qui évolue près du sol.

» La chasse aux papillons la plus efficace est obtenue avec des lampes-pièges dont l'intensité lumineuse est d'une bougie décimale, munies de manchons diffuseurs et placées à 25^{m} environ les unes des autres. »

ZOOLOGIE. — *Sur le pédoncule de quelques Vorticelles.* Note de M. Emmanuel Fauré, présentée par M. Edmond Perrier.

« La structure du pédoncule des *Vorticellidæ* est bien connue, surtout depuis le travail de Gesa Entz sur le système contractile des *Vorticelles;* mais, en reprenant cette étude à l'aide de colorations précises, j'ai pu faire quelques observations nouvelles; je vais décrire le pédoncule de la *Vorticella convallaria* L. que j'ai particulièrement étudiée.

» *Constitution.* — Le pédoncule de la *Vorticella convallaria* se compose de deux parties : une interne *contractile,* une externe *élastique.*

» La partie contractile constitue le *cordon central* du pédoncule. Ce cordon comprend : le *spasmonème,* le *cordon plasmatique* et une gaine enveloppante.

» Le spasmonème est la partie active du système : c'est une fibre contractile formée par la réunion des myonèmes de la *Vorticelle,* qui sont bien, suivant l'expression de M. Fabre-Domergue, du « *hyaloplasma* longitudinalement condensé ».

» Ces myonèmes convergent vers la base du corps de la *Vorticelle;* ils s'épaississent alors, et se relient à l'ectoplasma de l'infusoire par de forts tractus hyaloplasmiques; puis ils se réunissent en un faisceau tubulaire qui est le *spasmonème.* Celui-ci plonge dans le pédoncule en décrivant une hélice très allongée.

» Le spasmonème se colore très peu pendant la vie : le bleu de Nil et le Brilliantkresylblau le colorent en lilas clair, les parties *contractées* étant plus fortement teintées en *violet* (réaction acide). Après fixation il se colore fortement par un grand nombre de colorants. Aucune de ces méthodes ne laisse voir clairement la structure de cet organe. Un heureux hasard de préparation m'a montré, sur un spasmonème traité par l'hématoxyline au fer, la *décomposition discoïde,* affirmant ainsi une structure entrevue par Ed. Everts chez la *V. nebulifera* (1870). D'après cette préparation, le spasmonème est constitué par un sarcolemme contenant une pile de disques alternativement minces et épais; le sarcolemme présente un léger étranglement au niveau de chaque disque mince, indiquant peut-être que ceux-ci servent à relier les fibrilles du spasmonème; l'homologie avec un faisceau musculaire strié serait complète en ce cas.

» Le *cordon plasmatique* est constitué par une file de granulations mesurant $0^{\mu},3$, reliées sans doute par un fin réseau hyaloplasmique. Il décrit une hélice parallèle à celle du spasmonème. Les colorants vitaux ont sur cet élément une action à peu près nulle. Après fixation par la chaleur et coloration par le vert malachite, il se colore plus fortement que le spasmonème, apparaissant ainsi d'une façon très évidente.

» La gaine du cordon central n'est autre chose que le tégument de la Vorticelle, c'est-à-dire son ectoplasma transformé en un long tube; sa partie supérieure, région de transition, est encore striée transversalement comme le tégument et se teinte aussi par les colorants du protoplasma. Le Brilliantkresylblau et le bleu de Nil font apparaître à la surface interne de la gaine des granulations particulières qui se colorent en bleu vif. Elles sont très nombreuses et de petite taille ($\pm 0^{\mu},3$) dans la région supérieure du cordon central, plus espacées et plus grosses ($\pm 1^{\mu}$) sur toute la longueur de celui-ci. Le rouge neutre les colore facilement, bien qu'elles ne soient pas réellement neutrophiles, car le triacide d'Erlich est sans action sur elles. J'ajouterai que le cytoplasma de la *Vorticelle* contient de nombreuses granulations ayant les mêmes relations colorantes.

» Le cordon central se plasmolyse facilement; traité par une solution de NaCl, la gaine s'aplatit contre le spasmonème. Il est baigné par un liquide homogène à réaction alcaline.

» La partie élastique du pédoncule est la paroi ou gaine externe de celui-ci. Cette gaine se distingue du reste de la *Vorticelle* par sa colorabilité; le Brilliantkresyblau et le bleu de Nil colorent l'ectoplasma et le cordon central et non la gaine élastique; le rouge Congo, au contraire, est sans action sur l'infusoire à l'état vivant et colore manifestement cette gaine.

» La colorabilité de la gaine élastique ne varie pas après la mort ou la fixation. Tout ceci montre qu'elle est bien distincte de l'ectoplasma de la *Vorticelle,* qu'elle ne vit pas et n'est sans doute qu'un produit d'élaboration. Il y aurait lieu dans ce cas d'homologuer le cordon central à la partie inférieure du corps d'une *Cothurnia,* considéra-

blement aminci pendant l'extension, et la gaine externe à la coque protectrice de ces infusoires.

» Chez la *V. microstoma*, qui supporte très bien le rouge Congo, on peut constater sur les parties du pédoncule qui ont crû dans une solution de ce colorant que la gaine externe est très fortement teintée et ne possède plus aucune élasticité. Une de ces *Vorticelles*, qui ayant abandonné son premier pédoncule en a produit un second, petit, rigide et fortement coloré, devrait être rangée, par un observateur non prévenu, dans le genre *Rhabdostyla*.

» La gaine élastique est formée de deux parties ; une mince membrane interne, difficile à mettre en évidence, qui se colore bien par le rouge Congo, et une membrane externe, plus épaisse, plus résistante et moins colorable; sa structure n'est pas homogène; le rouge Congo fait apparaître une bande épaissie et plus fortement teintée qui décrit une hélice allongée autour de la gaine élastique sur toute la hauteur du pédoncule; la ressemblance de cette différenciation avec un ressort à boudin, dont elle joue effectivement le rôle, frappe au premier abord. La largeur de ce ressort varie, selon les espèces, de $0^{\mu},8$ à 2^{μ}, la longueur des spires varie de 25^{μ} à 50^{μ}, la colorabilité est variable selon les espèces et les variétés. Cette bande hélicoïdale est dextre chez *V. convallaria, putrina* et *microstoma;* sénestre chez *V. nebulifera*. Enfin, ce ressort est longitudinalement strié chez les *V. convallaria* et *nebulifera*.

» *Fonctionnement*. — Le fonctionnement mécanique semble être celui-ci : sous l'influence d'une excitation, les fibrilles de la *Vorticelle* se contractent; mais la contraction est plus forte sur l'une des faces du spasmonème, ce qui tend à enrouler cet élément sur lui-même en accentuant sa disposition hélicoïdale; il entraîne dans ce mouvement la gaine élastique dont il bande le ressort; lorsque la contraction cesse, celui-ci se détend et suffit à ramener le pédoncule à la station rectiligne.

» Au point de vue physiologique, le fonctionnement de toutes les parties du cordon central est encore fort obscur; peut-être le cordon plasmatique joue-t-il un rôle dans la contraction inégale du spasmonème. »

PALÉONTOLOGIE VÉGÉTALE. — *Sur la présence d'un nouveau genre américain* (Abronia) *dans la flore tertiaire d'Europe*. Note de M. L. **Laurent**, présentée par M. Zeiller.

« Les fruits, relativement rares dans les couches géologiques, possèdent des caractères taxonomiques incontestables, et leur détermination est d'une exactitude incomparablement plus grande que celle basée uniquement sur les feuilles. Cette détermination, d'autant plus précise que les empreintes sont plus nombreuses et d'une conservation irréprochable, ne

laisse que bien peu de place au doute, et celui-ci est en pareil cas une raison suffisante pour faire suspecter la justesse de l'interprétation.

» Notre attention fut attirée, en étudiant les empreintes des Cinérites du Cantal (Mougudo, Saint-Vincent, la Sabie), sur un fruit ailé connu depuis longtemps et déjà signalé dans un grand nombre de flores fossiles sous le nom de *Zygophyllum* (*Ulmus*, Ung.) *Bronnii*, Sap. L'étude minutieuse de nombreux échantillons et les opinions contradictoires des auteurs qui l'avaient signalé nous avaient amené à penser, ou que cette espèce tertiaire avait disparu sans laisser de descendants directs dans la nature actuelle, ou que les interprétations qu'on en avait données ne correspondaient pas à la réalité.

» D'abord rapporté au genre *Ulmus* par Unger (¹), ce fruit fut admis comme tel notamment par Sismonda, Ettingshausen, Gaudin, et tout d'abord par Schimper (²) avec beaucoup de doute; plus tard celui-ci se rangea à l'opinion émise par de Saporta, qui le rapporta au genre *Zygophyllum* (³). Dans ses *Dernières Adjonctions à la Flore fossile d'Aix-en-Provence*, cet auteur fait une critique magistrale de ces prétendues samares d'*Ulmus* et considère ce fruit comme *analogue*, par la structure et la nervation (dont il ne donne du reste aucune analyse), à ceux de divers *Zygophyllum* asiatiques et des *Rœpera* d'Australie. Ses descriptions tendent, en fait, bien plus à l'éloigner des *Ulmus* qu'à consolider l'attribution aux Zygophyllacées.

» Schenk, d'autre part, n'adoptant l'interprétation ni d'Unger ni de Saporta, mais sans émettre d'avis ferme à leur sujet, doute qu'il faille rapporter ces empreintes soit aux *Ulmus*, soit aux Zygophyllacées, et n'admet pas que l'existence de cette dernière famille pendant la période tertiaire en Europe puisse être établie avec certitude par ces fruits.

» Grâce aux nombreux échantillons des collections du Muséum de Paris mis très obligeamment à notre disposition par M. le Professeur Bureau, nous avons pu examiner ces fossiles sur toutes leurs faces. Certains blocs en montrent la coupe, d'autres permettent d'étudier la nervation dans tous ses détails. Nous n'en donnerons pas une description détaillée, qui trouvera sa place dans un prochain travail; nous analyserons seulement les caractères essentiels destinés à établir sur des bases solides les véritables rapports de ce fruit avec ceux de la nature actuelle.

» Le fossile possède *une loge séminale centrale et unique*, le long de laquelle sont fixées quatre expansions aliformes, ovales légèrement allongées à la base, rigides et

(¹) Unger, *Chloris protogæa, Pl.* XXVI, *fig.* 2, 3.
(²) Schimper, *Traité de Paléontologie végétale*, t. II, p. 719; t. III, p. 298.
(³) De Saporta, *Bull. Soc. Géol. de France*, 3ᵉ série, t. I, 1873, p. 212.

sillonnées par un réseau veineux saillant, qui a laissé dans la roche une forte empreinte en creux. Ce réseau veineux très caractéristique, formé de mailles allongées dans le sens transversal, *passe sur la loge sans interruption* en formant *un lacis de mailles polygonales en forme d'alvéoles* comme on peut aisément s'en convaincre sur une contre-empreinte.

» Il suit de là que :

» 1° La présence d'un nombre d'ailes supérieur à deux exclut l'hypothèse d'un *Ulmus*.

» 2° L'existence d'une seule graine centrale ne permet pas d'admettre un fruit capsulaire à plusieurs loges.

» 3° L'étude du réseau veineux passant sans interruption d'une aile à l'autre exclut toute possibilité de séparation de ces ailes suivant une ligne suturale médiane.

» Ces deux derniers caractères, d'une netteté absolue, suffisent à écarter l'hypothèse d'une Zygophyllacée qu'il fallait comparer soit à un *Ræpera* australien (rapprochement qui, en écartant même toute idée *a priori* sur la présence de formes australiennes dans le Pliocène d'Europe, aurait exigé une confirmation formelle), soit au *Zygophyllum atriplicoides*, C.-A. Mey., dont le nombre multiple des loges était en contradiction avec ce que de Saporta avait dit (*Flore d'Armissan*, p. 262) : « Fruit à nucule centrale, » distincte surtout par une coloration plus intense ».

» 4° Si l'on avait affaire à un fruit capsulaire déhiscent, on ne devrait rencontrer que très rarement des fruits entiers ayant résisté aux compressions et conservés dans toute leur intégrité; et cela d'autant plus que la majorité des exemplaires examinés étaient parvenus à l'état adulte. Ce qui aurait dû être la règle n'est donc qu'une très rare exception, comme Schimper le dit lui-même, et l'on peut affirmer que les demi-fruits ne sont que le résultat d'une fossilisation exceptionnelle, ou d'une cassure malheureuse. Tout porte à croire que la ligne suturale indiquée par de Saporta n'est autre chose que la trace d'une aile engagée dans la roche, comme on peut aisément s'en convaincre par l'examen des fossiles et des moulages obtenus au moyen de fruits ailés actuels.

» Parmi les nombreux genres qui possèdent des fruits munis d'ailes, il y en a très peu qu'on puisse comparer au fossile du Cantal. Le nombre des carpelles, des ailes, la consistance, la nervation, la déhiscence du fruit, éloignent la plupart. Deux sont à retenir, le genre *Pentace*, Tiliacée tropicale, et le genre *Abronia*, plante herbacée américaine appartenant aux Nyctaginées.

» Les fruits du premier s'éloignent du fossile : 1° par la forme générale du réseau veineux; 2° par l'absence du réseau veineux central alvéolaire. Le second (*A. Crux-Maltae*, Kellog., *A. cycloptera*, A. Gray, type *micrantha*, Torr., des montagnes de Wyoming) possède des fruits identiques au fossile. Ils ont en commun *l'indéhiscence, la forme générale, le nombre des ailes, la consistance, le réseau veineux* et *le passage de ce dernier sur la loge centrale où il dessine les mêmes mailles polygonales*. La présence d'une cuti-

cule parcheminée chez certaines variétés explique, suivant qu'elle a été ou non conservée par la fossilisation, les aspects divers de certaines empreintes.

» Les détails et la physionomie générale concordent à tel point qu'il n'est plus nécessaire d'une interprétation quelconque des faits : ceux-ci parlent d'eux-mêmes, et l'identité est manifeste.

» Ce genre, type archaïque, mais bien fixé depuis l'époque oligocène, est de nos jours relégué dans les régions occidentales de l'Amérique du Nord. C'est donc un nouveau type de ces régions qui vient prendre place à côté de cet élément californien dont les représentants actuels (*Taxodium*, *Sequoia*) étaient si abondamment répandus dans les forêts tertiaires d'Europe. »

GÉOLOGIE. — *Sur la source sulfureuse de Matsesta (Transcaucasie) et la relation des cavernes avec les sources thermo-minérales.* Note de M. **E.-A. Martel**, transmise par M. Albert Gaudry.

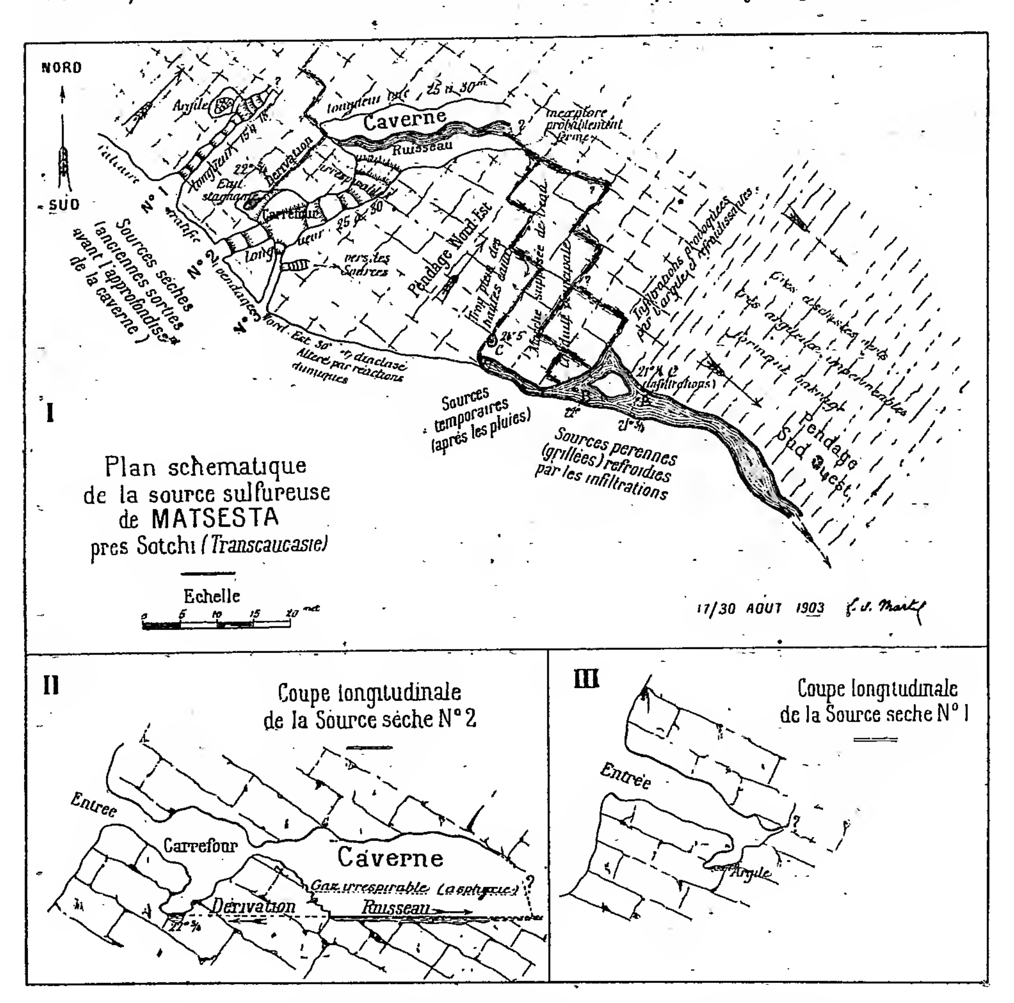
« La relation accidentelle des cavernes avec les filons métallifères a été constatée plus fréquemment que leur rapport direct avec les sources thermo-minérales, qui est un fait jusqu'à présent limité à quelques exemples : Aix-les-Bains, source Saint-Paul; Pfæfers, Suisse; Monsumano, Toscane; Kraus-grotte de Gams, Styrie; Proval de Piatigorsk, Caucase.

» Or, l'un des sujets d'études de ma récente mission au Caucase occidental pour le gouvernement russe a été, près de Sotchi (littoral de la mer Noire), la source sulfatée calcique et chlorurée sodique de *Matsesta;* jusqu'à ces dernières années elle n'était connue et employée (pour les rhumatismes et les maladies de peau) que par de rares indigènes mingréliens et imérétiens. Son captage et son utilisation font partie du grand programme de mise en valeur de la côte, qu'exécute le Ministre de l'Agriculture de Russie, M. Yermoloff.

» Les émergences de cette source sont précisément en rapport direct avec deux cavernes voisines, qui ont été ses anciennes issues, et qu'on nomme d'ailleurs les *sources sèches*.

» C'est une diminution de débit, ou un abaissement de niveau, ou encore la perforation naturelle d'une nouvelle conduite qui a créé les trois sorties d'eau actuelles, A, B, C. (*Voir* les figures.)

» L'émergence se produit en un point de dislocation tectonique, qui a fait basculer ou glisser des grès et schistes argileux imperméables tertiaires (à pendage sud-est), sur des calcaires du crétacé supérieur très stratifiés et diaclasés, inclinés au nord-est. Ces roches sont très altérées par les actions chimiques. La teneur minérale de la source, révélée par ses abondantes efflorescences et émanations, est en effet très considérable, surtout en chlorures de sodium et de calcium, et en hydrogène sulfuré. Les



diverses analyses faites depuis 1897 sont trop peu concordantes pour donner ici des chiffres, mais comparent l'eau de Matsesta à la Kaiser-Brunnen d'Aix-la-Chapelle et à Barèges.

» Elle est moins chaude cependant et seulement à 21°-25°C., les émergences d'aval (A et B) se trouvant refroidies par les infiltrations superficielles que le ruissellement provoque au contact des grès et schistes argileux.

» Les *deux sources sèches* sont dans des diaclases aisément pénétrables : la première

est obstruée, à moins de 20^m de l'orifice, par les revêtements calciques altérés. La deuxième dépasse 80^m de développement total et aboutit à une ample cavité d'au moins 30^m de longueur sur 8^m à 10^m de largeur et de hauteur, où *l'on voit couler* le ruisseau souterrain qui alimente les émergences; assurément le vrai griffon de l'eau minérale est plus bas et peut remonter, sauf anomalie géothermique, de 300^m de profondeur, puisque la température moyenne annuelle de la localité (altitude 20^m) est d'environ 14°. Mais le fait du creusement (ou tout au moins de l'utilisation) d'une grotte du calcaire par une source thermo-minérale est ici formel; intéressant surtout parce qu'il facilitera singulièrement le captage projeté, au prix de certaines précautions cependant, car l'hydrogène sulfuré s'accumule, dans la partie inférieure de la caverne, avec une abondance très dangereuse; en voulant prendre la température du ruisseau souterrain, je suis tombé évanoui dans le gaz délétère, avec un commencement d'asphyxie qui eût été fatal si l'on ne m'avait immédiatement secouru, grâce aux dispositions spéciales prises par M. Yermoloff, qui dirigeait personnellement la recherche.

» Le fort débit de la source, provisoirement évalué à au moins 750000^l par jour (plus de 500^l par minute) assurera le fonctionnement d'une grande station thérapeutique, précieux élément de prospérité future pour la région de Sotchi.

» L'origine première des eaux de Matsesta n'est sans doute pas très lointaine (car elles augmentent après les grandes chutes de pluies régionales); elle doit être dans les infiltrations pluviales et neigeuses des formations jurassiques de la chaîne principale du Caucase à 20^{km} à 30^{km} au nord-est (1800^m et 2200^m aux monts Jégoch et Tschoura). Sa teneur minérale semble indiquer la présence en profondeur et la décomposition soit d'amas de gypse, qu'on n'a pas encore rencontrés à la surface, soit de pyrites dont quelques échantillons ont été recueillis dans la contrée. La mer n'est qu'à 4^{km} de distance. Mais je développerai ailleurs les hypothèses relatives à ce sujet. »

GÉOLOGIE. — *Histologie et bactériologie des boues extraites à 10^m de profondeur d'un puits funéraire gallo-romain à la Nécropole du Bernard (Vendée).* Note de M. **Marcel Baudouin**, présentée par M. Bouchard.

« Au mois d'août 1903, nous avons découvert, mon collaborateur M. G. Lacouloumère et moi, dans la Nécropole gallo-romaine à puits funéraires de Troussepoil, au Bernard (Vendée), connue depuis 1859, une nouvelle sépulture en forme de puits, que nous avons explorée en tenant compte des plus récentes méthodes scientifiques, à tous les points de vue (géologie, zoologie, botanique, histologie, bactériologie, chimie, etc.).

» La fouille, méthodiquement exécutée, de ce trente-deuxième puits, a

permis de juger définitivement la question archéologique : il s'agit indiscutablement d'une sépulture à incinération, d'un mode très particulier, qui permet de dire qu'actuellement la Nécropole vendéenne est unique au monde par son importance et son intérêt technique.

» Ce puits, creusé en canon de fusil, mesure $10^m,40$ de profondeur, dont 9^m environ en pleins schistes, friables et feuilletés, du terrain ancien, à strates horizontales. Il était intact dans toute sa hauteur et remonte au moins au IIe siècle après J.-C., en raison du mobilier funéraire trouvé.

» C'est à partir de $3^m,50$ du sol seulement que la terre calcinée, comblant les interstices laissés entre les objets divers disposés par séries dans ce puits, a été trouvée convertie en boue artificielle par la présence d'une notable quantité d'eau infiltrée et venue soit de la surface du sol, soit plutôt latéralement par les strates des schistes.

» Nous avons en particulier recueilli, d'une façon absolument aseptique, un peu de cette boue à $10^m,10$ de profondeur, à l'endroit où se trouvaient les principaux squelettes d'animaux domestiques jetés en chair dans la sépulture et les urnes funéraires.

» Cette boue a été en 1904, à Paris, examinée histologiquement et bactériologiquement, et voici les résultats tout à fait imprévus et nouveaux de ces observations successives :

» 1° *Histologie.* — J'ai fait moi-même l'examen histologique, et j'ai constaté que cette boue, qui ne renfermait pas la moindre trace de diatomées, n'était nullement comparable à la boue naturelle des marécages voisins (marais de la Vendée). Elle résultait simplement d'un mélange d'eau et de terreau, c'est-à-dire de sable siliceux, contenant une notable quantité de débris végétaux, facilement reconnaissables. J'ai de plus remarqué dans cette boue la présence de cuticules et de spicules animales, qui ne peuvent provenir que d'Acariens parasites, malheureusement indéterminables en raison de la petitesse des débris (ces Acariens occupaient sans doute la toison des animaux domestiques jetés en chair dans le puits).

» Calcinée, cette boue a laissé un abondant résidu de silice, la partie végétale n'étant pas chimiquement abondante.

» 2° *Bactériologie.* — Cet examen a été fait, avec beaucoup de soin, par M. G. Lièvre, interne à l'hôpital de Nanterre.

» Avec une parcelle, prise dans les conditions voulues au milieu d'un gros bloc conservé en vase clos, on a d'abord fait des cultures en séries sur bouillon, sur gélatine, sur gélose et sur pommes de terre; puis toutes les cultures ont été examinées au microscope, après coloration par les méthodes ordinaires, et plus spécialement au bleu de Kühne. Ce premier examen a permis de constater l'existence d'une quantité considérable de microbes, impossibles à identifier. On a procédé alors à des ensemencements successifs sur les mêmes milieux. Quoique, pour obtenir des résultats absolument définitifs, il aurait fallu faire des inoculations successives à des animaux (ce qui n'a pas été possible encore), nous pouvons dire que la grande majorité des

microbes est constituée par des coli-bacilles, parfaitement déterminés, grâce à des expériences de contrôle. A côté de ces coli, il y a de nombreuses chaînettes de streptocoques et de staphylocoques. On a vu, en outre, des diplocoques et des tétragènes. Enfin, la boue contient certainement des anaérobies.

» Que conclure de là? Certainement que l'on n'est pas en présence d'une terre ordinaire, mélangée avec de l'eau, car la boue a été recueillie à 10^m de profondeur; on sait, en effet, que les microbes disparaissent d'habitude vers 2^m de profondeur. On peut alors émettre deux hypothèses :

» 1° L'eau, qui a pénétré dans le puits, n'a pas été filtrée, soit par les couches sous-jacentes, soit par les schistes;

» 2° La conservation des microbes, à l'état de vie ralentie, depuis l'époque de l'enfouissement des cadavres d'animaux, jetés en chair, avec les cendres humaines.

» La première hypothèse doit être écartée, à mon avis, en raison des conditions géologiques. Dans ce cas, la seconde seule demeure admissible et les microbes ne peuvent provenir que des cadavres de chèvres et de chiens et d'une tête de *Bos brachyceros* placée, en chair également, dans la sépulture. Ils ont été conservés là, en vase clos, pendant près de 18 siècles.

» Je me permets d'attirer l'attention de l'Académie sur ces faits, qui montrent l'intérêt scientifique de la nécropole dont j'ai entrepris l'exploration méthodique comme chargé de mission du Ministère de l'Instruction publique avec M. G. Lacouloumère. Il serait à souhaiter que nous puissions trouver le moyen de continuer les étés prochains ces recherches qui ont donné lieu d'ailleurs à d'autres découvertes d'ordre archéologique; par exemple, celle d'ossements gravés de l'époque gallo-romaine. »

CHIMIE PHYSIOLOGIQUE. — *Influence de l'acidité sur les enzymes.* Note de M. P. Petit.

« On admet généralement que l'orge renferme un enzyme capable de saccharifier mais non de liquéfier l'empois d'amidon et que l'action liquéfiante ne se développe que par la germination. Nous avons constaté qu'une simple variation d'acidité pouvait produire le même effet.

» Nous préparons des infusions de farine d'orge avec les liquides suivants : eau distillée, solutions à 0,2, à 0,49 et 0,98 acide lactique par litre et, après même durée de

contact en présence de toluène, on essaye l'action des liquides filtrés sur un même empois d'amidon. L'eau distillée donne une solution qui saccharifie, mais sans liquéfier; les solutions à 0,2 et 0,49 acide lactique liquéfient et saccharifient, enfin le liquide à 0,98 acide lactique ne liquéfie pas et donne une saccharification bien plus faible que l'eau distillée.

» Les doses d'acide produisant l'action liquéfiante varient d'ailleurs suivant l'orge employée.

» D'autre part, on admet aussi en général que les enzymes saccharifiants sont détruits par de faibles traces d'alcali. Les essais suivants semblent au contraire montrer que les enzymes peuvent former avec les alcalis des combinaisons et que celles-ci peuvent être défaites par un acide sans qu'il y ait destruction de l'enzyme. Nous infusons de la farine d'orge, en présence de toluène, par 10 fois son poids de solution à 0,48 par litre NaOH; l'orge brunit; le liquide filtré est louche, visqueux et alcalin; il ne donne pas la réaction de Schönbein et n'agit pas sur l'empois d'amidon; ce liquide est additionné d'acide lactique jusqu'à une acidité de 0,147 par litre en acide sulfurique; un précipité a lieu : le liquide surnageant filtré donne une forte coloration bleue avec la teinture de gaïac et l'eau oxygénée; après ébullition il se produit une coagulation et la coloration n'a plus lieu; le liquide liquéfie rapidement et saccharifie l'empois; nous avons d'ailleurs vérifié qu'une solution d'acide lactique au même titre ne donnait ni liquéfaction, ni saccharification dans les mêmes conditions, soit à froid, soit vers 50°.

» Une infusion d'orge faite avec la soude à 0g,240 NaOH par litre est acide à la phénolphtaléine et donne une très faible liquéfaction de l'empois tout en le saccharifiant fortement : une fois additionnée d'acide lactique de façon que l'acidité initiale de 0,039 en acide sulfurique par litre soit portée à 0,137, elle liquéfie très rapidement, et son action saccharifiante est notablement accrue : la même infusion additionnée de soude jusqu'à neutralité ne donne plus du tout de liquéfaction et elle recouvre son pouvoir liquéfiant par addition d'acide.

» Nous croyons pouvoir déduire de ces faits que l'enzyme saccharifiant se trouve dans l'orge à l'état de combinaison dédoublable par les acides, et qu'une variation d'acidité peut donner à cet enzyme le pouvoir liquéfiant indépendamment de toute germination. Nous continuons les recherches au point de vue de la transformation des actions diastasiques et des combinaisons des enzymes. »

CHIMIE BIOLOGIQUE. — *Recherches chimiques sur l'appareil thyroïdien.* Note de MM. **Jean Chenu** et **Albert Morel**, présentée par M. Arm. Gautier.

« Y a-t-il une localisation importante d'iode dans les glandules parathyroïdes externes ?

» *Historique.* — M. Gley, en 1891, a découvert l'importance de ces glandules; les

travaux de Moussu, de Vassale et Generali, de Doyon et Jouty ont établi la physionomie de ces organes, différents du corps thyroïde aux points de vue embryologique, histologique et fonctionnel (leur ablation complète est toujours suivie d'accidents aigus, convulsifs et mortels, tandis que l'ablation du corps thyroïde seul amène des troubles trophiques à marche chronique).

» L'appareil thyroïdien renferme de l'iodothyrine qui, dans les cas d'insuffisance, agit sur les troubles trophiques, mais non sur les accidents aigus.

» M. Doyon croit, en raison du faible poids des parathyroïdes comparé à celui du corps thyroïde, que leur puissance d'action qui est énorme doit être due à autre chose qu'à l'iodothyrine. Il nous a conseillé de rechercher si l'iode, dont la présence a été signalée dans les parathyroïdes du chien et du lapin par Gley (1), est réellement sans rapport avec la fonction de protection contre les accidents aigus convulsifs. Nous avons dosé comparativement l'iode dans les parathyroïdes externes et dans le corps thyroïde.

» *Méthode d'expérience.* — On prend sur des chiens, des lapins ou des poulets récemment sacrifiés les glandules parathyroïdes externes bien isolées du tissu voisin; on les sèche sur du papier-filtre et l'on pèse ensemble les deux glandules de chaque animal. On prend les thyroïdes sur les mêmes animaux, au même moment, et l'on prélève sur l'un et l'autre lobe en plein tissu un poids identique à celui des parathyroïdes.

» L'iode est alors dosé en suivant la méthode de Baumann :

» 1° Destruction de la matière organique dans une capsule de nickel après addition d'une quantité de potasse pure toujours la même, puis de nitrate de potasse pur; 2° mise en liberté de l'iode par l'acide sulfurique dilué et le nitrite de soude et dissolution de l'iode dans CS^2 pur; 3° dosage de l'iode par colorimétrie dans $0^{cm^3},5$ de CS^2 avec une précision de $0^{mg},0025$.

» Voici les résultats obtenus :

Chiens. — Race.	Poids.	Poids du corps thyroïde frais.	Poids des deux parathyroïdes fraîches.	Teneur de l'iode en milligrammes.		
Épagneul..	kg 13,0	g 1,542	g 0,011	dans g 0,011 de parathyroïde	moins de	0,0025
				dans 0,011 de corps thyroïde	»	0,0025
Bâtardé...	9,5	1,760	0,012	dans 0,012 de parathyroïde	»	0,0025
				dans 0,012 de corps thyroïde	»	0,0025
Griffon ...	22,0	4,080	0,025	dans 0,025 de parathyroïde	»	0,0025
				dans 0,025 de corps thyroïde	»	0,0040
Bâtardé...	28,0	4,366	0,033	dans 0,033 de parathyroïde	»	0,0025
				dans 0,033 de corps thyroïde	»	0,0080
Bâtardé...	23,5	4,082	0,032	dans 0,032 de parathyroïde	»	0,0025
				dans 0,032 de corps thyroïde	»	0,0090

(1) Gley, *Comptes rendus*, 1900.

Lapins. — Age.	Poids.	Poids du corps thyroïde frais.	Poids des deux parathyroïdes fraîches.	Teneur de l'iode en milligrammes.
14 mois....	3kg,2	0g,258	0g,018	dans 0g,018 de parathyroïde moins de 0,0025 dans 0,018 de corps thyroïde » 0,0030
10 mois....	2,5	0,176	0,011	dans 0,011 de parathyroïde » 0,0025 dans 0,011 de corps thyroïde » 0,0025
14 mois....	3,1	0,205	0,014	dans 0,014 de parathyroïde » 0,0025 dans 0,014 de corps thyroïde » 0,0025

Poulets. — Agê.	Poids.	Poids du corps thyroïde frais.	Poids des deux parathyroïdes fraîches.	Teneur de l'iode en milligrammes.
Coq d'un an..	2kg,3	0g,185	0g,019	dans 0g,019 de parathyroïde moins de 0,0025 dans 0,019 de corps thyroïde » 0,0110
Coq d'un an..	2kg,6	0g,216	0g,026	dans 0,026 de parathyroïde » 0,0025 dans 0,026 de corps thyroïde » 0,0140

» La quantité d'iode renfermée dans les deux parathyroïdes externes de nos animaux est donc inférieure à 0mg,0025; elle est plus faible que la quantité d'iode renfermée dans le même poids de corps thyroïde.

» *Justification.* — 1° Ce sont bien les glandules parathyroïdes que nous avons étudiées.

» En effet, ces organes ont été pris sous la direction de M. Doyon, et nous nous sommes assurés par une étude histologique que les tissus étudiés étaient bien parathyroïdiens.

» 2° Notre méthode de dosage était suffisamment précise.

» Nous avons effectué de nouveaux dosages par la méthode recommandée par M. Gley comme préférable à celle de Baumann; en voici un exemple :

	Poids.	Poids du corps thyroïde frais.	Poids des deux parathyroïdes fraîches.	Teneur de l'iode en milligrammes.
Chien de chasse..	23kg,5	3g,506	0g,023	dans 0g,023 de parathyroïde moins de 0,0025 dans 0g,023 de thyroïde » 0,0030

» 3° Nous avons pu établir quelle est la véritable teneur en iode des parathyroïdes externes chez le Chien.

» Nous avons groupé les parathyroïdes de onze chiens et nous y avons dosé l'iode ainsi que dans le même poids des thyroïdes des mêmes animaux.

Poids total		Poids total		Teneur de l'iode en milligrammes.	
des corps thyroïdes frais.	des parathyroïdes fraîches.	des corps thyroïdes secs.	des parathyroïdes sèches.		
				Dans $0^{g},038$ de parathyroïde sèche, soit dans $0^{g},133$ de parathyroïde sèche.	0,0075
$19^{g},982$	$0^{g},133$	$4^{g},365$	$0^{g},038$	Dans $0^{g},038$ de corps thyroïde sec, soit dans $0^{g},1739$ de corps thyroïde frais.	0,0400
				Dans les réactifs (poids employé au dosage) moins de	0,0025

» Donc, 1^{g} de parathyroïdes externes contient environ $0^{mg},0563$ d'iode à l'état frais. Ce résultat précise la localisation de l'iode dont le professeur Armand Gautier et son distingué chef de laboratoire, le docteur Bourcet, ont montré toute l'importance. En effet, il indique que si les parathyroïdes contiennent de l'iode comme tous les organes, ce métalloïde n'y est pas accumulé comme dans le corps thyroïde où il joue le rôle particulièrement net découvert par Baumann.

» *Conclusion.* — L'analyse chimique, comme l'expérience physiologique, permet de différencier le corps thyroïde des parathyroïdes externes : celles-ci contenant beaucoup moins d'iode (environ 4 fois moins chez le chien). Elle montre que les fonctions des parathyroïdes doivent mettre en jeu autre chose que l'iodothyrine et que le rôle de cette substance doit être limité aux fonctions du corps thyroïde, moins indispensables que les premières. »

PHYSIOLOGIE EXPÉRIMENTALE. — *Effet de l'ablation du foie sur la coagulabilité du sang.* Note de MM. **Doyon** et **N. Kareff**, présentée par M. A. Chauveau.

« Si l'on enlève le foie et si l'on fait communiquer la veine-porte avec une veine sus-hépatique, le sang devient incoagulable d'une façon définitive.

» *Expérience.* — Chien de 12^{kg} environ, à jeun depuis la veille. On prélève dans une carotide un premier échantillon de sang, puis on pose une ligature de caoutchouc à la base de chaque lobe du foie et l'on enlève les fragments isolés. On pratique la respiration artificielle. On fait ensuite communiquer, au moyen de deux canules et d'un tube de caoutchouc, la veine-porte avec une veine sus-hépatique, puis on prélève

de nouveaux échantillons de sang artériel. Le Tableau suivant résume les résultats obtenus :

Moment des prises de sang.	Moment de la coagulation.
10h.29	10h.32
L'ablation du foie est terminée à	10.44
10.47	11.7
Ligature du hile du foie et de la veine-porte	10.50
Établissement de la communication	11.1
11.4	11.12 (1)
11.8	incoagulable
11.18	incoagulable

» Le chien meurt à 11^h20. A l'autopsie, pas de sang ni de caillots dans le cœur; petit caillot mince et mou dans le tube qui faisait communiquer la veine-porte avec la veine sus-hépatique; toutefois, ce caillot ne pouvait nullement empêcher le passage du sang. Les intestins, d'abord congestionnés, s'étaient peu à peu anémiés. On s'est assuré que les canules étaient bien en place. Le foie pesait 157^g; 15^g étaient restés en dehors des ligatures.

» *Remarque.* — On peut rapprocher les effets de l'ablation du foie des faits cliniques observés dans les cas de maladies du foie. On sait que certaines maladies du foie s'accompagnent d'une tendance très caractérisée aux hémorragies. E. Dufourt a observé un malade atteint d'insuffisance hépatique dont le sang était devenu à peu près incoagulable; les hémorragies provoquées par l'ablation d'une dent, par exemple, étaient extrêmement difficiles à arrêter. On peut aussi rapprocher les effets de l'ablation du foie de l'action de l'atropine. L'atropine est un poison des nerfs excito-sécréteurs; elle agit vraisemblablement par l'intermédiaire du système nerveux hépatique. »

HYGIÈNE. — *Contribution à l'étude des filtres à sable. Filtres ouverts.* Note de M. MARBOUTIN.

« Les filtres à sable, comme tous les êtres vivants, se nourrissent; ils empruntent à l'eau leurs aliments et lui rendent en échange une certaine quantité de matières sous des formes diverses.

» L'oxygène, les matières organiques et l'acide carbonique dissous ou en

(1) Le caillot mou se redissout peu à peu.

combinaison dans l'eau, paraissent être les substances qui jouent le principal rôle dans l'alimentation des filtres. Nous étudierons successivement leurs transformations. La présente Note a pour but de donner les premiers résultats de nos recherches sur la teneur en oxygène de l'eau issue d'un filtre à sable.

» Cette teneur en oxygène dépend des phénomènes chlorophylliens qui tendent à l'accroître et des phénomènes de respiration et d'oxydation qui tendent, au contraire, à la faire décroître. Il y a donc lieu de présumer que la teneur en oxygène dissous éprouve des variations journalières, nous les avons mises en évidence en dosant l'oxygène dissous dans l'eau issue d'un même filtre pendant une période de 24 heures.

» Les résultats obtenus pour les filtres n° 1 et n° 2 sont reproduits dans le Tableau ci-dessous, ils montrent que :

» 1° La teneur en oxygène dissous dans l'eau issue d'un filtre éprouve des variations journalières importantes, dont l'amplitude peut atteindre 6^mg par litre et même les dépasser.

Oxygène dissous par litre.

Filtre n° 8......... { 13^mg,2 le 12 avril à 6^h du soir. / 6^mg,8 le 13 avril à 6^h du matin. }

» 2° Le filtre vit pendant la journée aux dépens de l'oxygène dégagé par les algues et pendant la nuit aux dépens de l'oxygène dissous dans l'eau d'alimentation.

Teneur en oxygène dissous par litre d'eau issue d'un filtre.

Heures des prélèvements.	10 avril. 6^h soir.	8^h.	10^h.	11 avril. 2^h matin.	6^h.	9^h.	Midi.	3^h soir.	6^h.	8^h.
	mg	mg	mg	mg	mg	mg	mg	mg	mg	mg
Filtre n° 1....	13,4	11,9	11,2	10,2	10,2	10,4	11,6	12,0	12,2	11,7
Filtre n° 2....	12,0	13,1	12,2	9,3	8,8	7,6	10,9	12,5	13,2	»

» La fonction qui représente la teneur en oxygène est de forme sinusoïdale ; le maximum se produit le soir après le coucher du Soleil, le minimum se manifeste le matin après le lever du Soleil. Le décalage est de 2 à 3 heures, il paraît être en relation directe avec la durée du passage de l'eau au travers de la couche filtrante.

» Si l'on compare les résultats obtenus pour des filtres d'âge différent, dans une période de marche où ils n'ont jamais laissé passer de *Bacillus coli communis*, on constate que :

» 1° L'amplitude de la variation journalière est très faible pendant la période de mûrissement du filtre.

» 2° La teneur minimum en oxygène dissous dans l'eau issue du filtre est d'autant plus voisine de la teneur de l'eau brute que le filtre est plus jeune.

» 3° La valeur du minimum décroît d'une manière régulière avec l'âge du filtre et la perte de charge pendant les périodes de bon fonctionnement.

» 4° La teneur maximum peut prendre une valeur supérieure à la teneur de l'eau brute et peut même dépasser le point de saturation.

Teneur en oxygène dissous dans l'eau issue des filtres.

Filtres.		Mars. 29.	30.	31.	Avril. 1.	2.	7.	8.	9.	10.	11.	12.	13.
N° 1.	Matin (mg)	»	10,7	11,5	11,3	10,7	10,7	10,1	10,8	»	10,4	9,7	9,3
	Soir	12,1	12,1	12,3	12,4	12,8	12,3	12,9	12,2	13,4	12,2	11,9	»
	Perte de charge (cm)	1	2	3	3	4	9	10	12	14	15	17	17
N° 2.	Matin (mg)	»	11,0	10,7	10,0	10,3	9,9	9,2	9,1	»	9,1	8,4	7,4
	Soir	12,6	12,8	12,6	13,2	»	12,8	11,7	12,5	12,0	13,2	12,8	»
	Perte de charge (cm)	8	8	13	18	25	64	73	73	77	79	88	97
N° 8.	Matin (mg)	Mise en marche.		11,5	10,5	11,5	9,9	8,7	8,8	»	8,8	»	6,8
	Soir			11,8	11,3	11,5	12,3	11,1	12,2	»	13,1	13,2	»
	Perte de charge (cm)			»	3	3	10	8	8	9	9	10	10
N° 10.	Matin (mg)	»	11,0	10,7	9,7	9,8	9,6	8,7	8,5	»	8,7	Arrêt du filtre.	
	Soir	12,3	12,9	12,8	13,4	13,8	12,5	11,6	12,3	»	12,8		
	Perte de charge (cm)	15	17	23	25	41	1,00	1,06	1,14	1,19	1,28	1,82	»
Eau brute.	Matin (mg)	»	»	11,8	»	12,3	12,3	12,3	12,3	»	12,0	»	11,6
	Soir	12,1	12,1	12,3	12,3	»	12,0	12,5	12,3	»	12,0	11,6	»

N° 1. — Mis en marche le 24 mars.
N° 2. — Mis en marche le 15 février.
N° 8. — Mis en marche le 30 mars.
N° 10. — Mis en marche le 8 mars.

» Nous ne croyons pas pouvoir formuler des conclusions au point de vue de la conduite des filtres ou de leur surveillance, mais nous croyons devoir faire remarquer que :

» 1° Le mûrissement d'un filtre paraît indiqué par la valeur de l'amplitude des variations journalières ($0^{mg},5$ au minimum) et la décroissance du minimum journalier de la teneur en oxygène dissous.

» 2° Les plus hautes teneurs en oxygène dissous se manifestant dans la journée et principalement au moment du coucher du soleil ou quelques heures après, il importe que la charge d'eau sur la pellicule filtrante n'éprouve aucune variation décroissante pendant cette période pour éviter les dégagements gazeux qui peuvent entraîner des lambeaux de pellicules filtrantes et mettre à nu le sable qui constitue son support. »

M. **Wladimir de Nicolaïew** adresse un Mémoire « Sur le rôle principal de la conductibilité électrique dans le domaine de l'Électrostatique ».

M. **Biske** adresse un Mémoire ayant pour titre : « Réflexion de la lumière sur l'eau ébranlée ».

A 4 heures un quart l'Académie se forme en Comité secret.

COMITÉ SECRET.

La Section d'Astronomie présente la liste suivante de candidats, à la place devenue vacante par le décès de M. *Callandreau* :

En première ligne.	M. **Bigourdan**.
En seconde ligne, par ordre alphabétique.	MM. **Andoyer**. **Maurice Hamy**. **Pierre Puiseux**.

Les titres de ces candidats sont discutés.

L'élection aura lieu dans la prochaine séance.

La séance est levée à 5 heures.

G. D.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

Ouvrages reçus dans la séance du 14 mars 1904.
(Suite.)

L'eruzione dell' Etna nel 1892. Vol. I. *Storia e descrizione,* per A. Ricco e S. Arcidiacono. Catane, C. Galatola, 1904; 1 vol. in-4°. (Hommage de l'auteur. Présenté par M. de Lapparent.)

Atlante della Marina militare italiana, dal Comm. Prof. Francesco Corazzini; parte 2ª : *La Marina dal secolo IV al XIX.* Florence, pub. par le *R. Istituto geographico militari,* 1903; 1 vol. in-4° oblong. (Transmis par M. le Secrétaire perpétuel de l'Académie des Inscriptions. Présenté par M. Bertin. Hommage de l'auteur.)

Atlas géologique de la Macédoine et de la vieille Serbie, par J. Zwijitch. Belgrade, 1903; 1 fasc. in-f°. [En serbe.]

Note sur une opération analytique et son application aux fonctions de Bessel, par M. C. Cailler. (*Mém. de la Soc. de phys. et d'hist. nat. de Genève*; vol. XXXIV, fasc. 4.) Genève, Georg et Cie; Paris, G. Fischbacher, 1904; 1 fasc. in-4°.

Beobachtungen der internationalen Polhöhensterne am Repsold'schen Meridiankreise der Bonner Sternwarte, ausgeführt und bearbeitet v. C. Mönnichmeyer. Bonn, F. Cohen, 1904; 1 fasc. in-4°.

Ueber den wahrscheinlichsten Werth der Verbreitungsgeschwindigkeit der Störungen im Aether nach den bisherigen Bestimmungen, v. Boris Weinberg; Theil II. Odessa, 1903; 1 vol. in-8°. [En langue russe.]

Die Wetterkräfte der Planetenatmosphären, v. C. Marti. Osnabruck, A. Liesecke, 1902; 1 fasc. in-8°.

Formation de la glace au fond des rivières, par L.-L. Wladimirof. Saint-Pétersbourg, 1904; 1 fasc. in-8°. [En langue russe.]

Anales del Instituto y Observatorio de Marina de San Fernando, pub. por el Director Don Tomas de Azcarate, seccion 2a : *Observaciones meteorologicas, magneticas y seismicas, ano* 1902. San-Fernando, 1903; 1 vol. in-4°.

Report of the Commissioner of Education, for the year 1902; vol. II. Washington, 1903; 1 vol. in-8°.

Proceedings of the Royal Society of Edinburgh, session 1903-1904; vol. XXV, n° 1. Edimbourg, Robert Grant et fils; 1 fasc. in-8°.

Archivo bibliographico da Bibliotheca da Universidade de Coimbra; vol. IV, n° 1. Coïmbre, 1904; 1 fasc. in-4°.

ERRATA.

(Séance du 11 avril 1904.)

Note de M. *Ed. Maillet*, Sur les équations de la Géométrie et la théorie des substitutions :

Page 891, ligne 12, *au lieu de* G', *lisez* G''.
Page 892, ligne 1, *au lieu de* $(2k-1)$, *lisez* (2^k-1).
Même page, ligne 9, *supprimez* 27.
Même page, ligne 22, *au lieu de* ν', *lisez* ν.
Même page, ligne 28, *au lieu de* $\nu = \frac{n}{5}$, *lisez* $\nu < \frac{n}{5}$.
Même page, ligne 29, *au lieu de* $(\log d)$, *lisez* $(\log n)^2$.
Page 893, ligne 1, *au lieu de* d, *lisez* n.

N° 16.

TABLE DES ARTICLES. (Séance du 18 avril 1904.)

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS
DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

MÉMOIRES PRÉSENTÉS.

CORRESPONDANCE.

N° 16.

SUITE DE LA TABLE DES ARTICLES.

COMITÉ SECRET.

PARIS. — IMPRIMERIE GAUTHIER-VILLARS.
Quai des Grands-Augustins, 55.

Le Gérant Gauthier-Villars.

1904

PREMIER SEMESTRE.

COMPTES RENDUS

HEBDOMADAIRES

DES SÉANCES
DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES

PAR MM. LES SECRÉTAIRES PERPÉTUELS.

TOME CXXXVIII.

N° 17 (25 Avril 1904).

PARIS,

GAUTHIER-VILLARS, IMPRIMEUR-LIBRAIRE

DES COMPTES RENDUS DES SÉANCES DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES,

Quai des Grands-Augustins, 55.

1904

RÈGLEMENT RELATIF AUX COMPTES RENDUS

ADOPTÉ DANS LES SÉANCES DES 23 JUIN 1862 ET 24 MAI 1875

Les *Comptes rendus hebdomadaires des séances de l'Académie* se composent des extraits des travaux de ses Membres et de l'analyse des Mémoires ou Notes présentés par des savants étrangers à l'Académie.

Chaque cahier ou numéro des *Comptes rendus* a 48 pages ou 6 feuilles en moyenne.

26 numéros composent un volume.

Il y a deux volumes par année.

ARTICLE 1er. — *Impression des travaux de l'Académie.*

Les extraits des Mémoires présentés par un Membre ou par un associé étranger de l'Académie comprennent au plus 6 pages par numéro.

Un Membre de l'Académie ne peut donner aux *Comptes rendus* plus de 50 pages par année.

Toute Note manuscrite d'un Membre de l'Académie ou d'une personne étrangère ne pourra paraître dans le *Compte rendu* de la semaine que si elle a été remise le jour même de la séance.

Les Rapports ordinaires sont soumis à la même limite que les Mémoires; mais ils ne sont pas compris dans les 50 pages accordées à chaque Membre.

Les rapports et Instructions demandés par le Gouvernement sont imprimés en entier.

Les extraits des Mémoires lus ou communiqués par les Correspondants de l'Académie comprennent au plus 4 pages par numéro.

Un Correspondant de l'Académie ne peut donner plus de 32 pages par année.

Les *Comptes rendus* ne reproduisent pas les discussions verbales qui s'élèvent dans le sein de l'Académie; cependant, si les Membres qui y ont pris part désirent qu'il en soit fait mention, ils doivent rédiger, séance tenante, des Notes sommaires, dont ils donnent lecture à l'Académie avant de les remettre au Bureau. L'impression de ces Notes ne préjudicie en rien aux droits qu'ont ces Membres de lire, dans les séances suivantes, des Notes ou Mémoires sur l'objet de leur discussion.

Les Programmes des prix proposés par l'Académie sont imprimés dans les *Comptes rendus*, mais les Rapports relatifs aux prix décernés ne le sont qu'autant que l'Académie l'aura décidé.

Les Notices ou Discours prononcés en séance publique ne font pas partie des *Comptes rendus*.

ARTICLE 2. — *Impression des travaux des Savants étrangers à l'Académie.*

Les Mémoires lus ou présentés par des personnes qui ne sont pas Membres ou Correspondants de l'Académie peuvent être l'objet d'une analyse ou d'un résumé qui ne dépasse pas 3 pages.

Les Membres qui présentent ces Mémoires sont tenus de les réduire au nombre de pages requis. Le Membre qui fait la présentation est toujours nommé; mais les Secrétaires ont le droit de réduire cet Extrait autant qu'ils le jugent convenable, comme ils le font pour les articles ordinaires de la correspondance officielle de l'Académie.

ARTICLE 3.

Le *bon à tirer* de chaque Membre doit être remis à l'Imprimerie le mercredi au soir, ou, au plus tard, le jeudi à 10 heures du matin; faute d'être remis à temps, le titre seul du Mémoire est inséré dans le *Compte rendu* actuel, et l'extrait est renvoyé au *Compte rendu* suivant et mis à la fin du cahier.

ARTICLE 4. — *Planches et tirage à part.*

Les *Comptes rendus* ne contiennent ni planches, ni figures.

Dans le cas exceptionnel où des figures seraient autorisées, l'espace occupé par ces figures comptera pour l'étendue réglementaire.

Le tirage à part des articles est aux frais des auteurs; il n'y a d'exception que pour les Rapports et les Instructions demandés par le Gouvernement.

ARTICLE 5.

Tous les six mois, la Commission administrative fait un Rapport sur la situation des *Comptes rendus* après l'impression de chaque volume.

Les Secrétaires sont chargés de l'exécution du présent Règlement.

Les Savants étrangers à l'Académie qui désirent faire présenter leurs Mémoires par MM. les Secrétaires perpétuels sont priés de les déposer au Secrétariat au plus tard le Samedi qui précède la séance, avant 5h. Autrement la présentation sera remise à la séance suivante.

ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 25 AVRIL 1904,

PRÉSIDENCE DE M. MASCART.

RAPPORTS.

GÉODÉSIE. — *Rapport présenté au nom de la Commission chargée du contrôle scientifique des opérations géodésiques de l'Équateur.*

(Commissaires : MM. les Membres du Bureau; MM. Lœwy, Bouquet de la Grye, Bassot, Hatt; H. Poincaré, rapporteur.)

« La Commission chargée par l'Académie du contrôle scientifique des opérations géodésiques de l'Équateur s'est réunie le 8 mars dernier pour entendre le Rapport de M. le commandant Bourgeois sur les travaux effectués pendant l'année 1903.

» Il résulte de ce Rapport que les circonstances météorologiques, qui avaient été si préjudiciables aux travaux de la mission pendant l'année précédente, ne se sont malheureusement pas améliorées, et que les opérations ne se sont pas poursuivies avec la rapidité sur laquelle on avait compté.

» Dans notre Rapport précédent, nous avons fait connaître le programme proposé par M. Bourgeois, chef de la mission, programme auquel vous aviez donné votre approbation.

» L'année 1903 devait être consacrée :

» 1° A l'achèvement des opérations du tronçon nord ;

» 2° Aux observations géodésiques de la section Riobamba-Cuenca ;

» 3° Aux travaux astronomiques à Cuenca ;

» 4° Aux observations magnétiques ;

» 5° Au commencement du nivellement de précision.

» Ce programme n'a pu être entièrement rempli; les opérations du tronçon nord n'ont été terminées qu'au 15 février 1904. On n'a pu faire,

dans le sud, que quelques stations en 1903, et les travaux astronomiques de Cuenca vont seulement commencer.

» Nous allons expliquer maintenant quelles ont été les causes de ces retards et montrer que la valeur scientifique des résultats n'en est nullement atteinte.

» Des changements ont eu lieu dans le personnel. M. le capitaine Lacombe s'est embarqué pour la France le 16 avril 1903, et a été remplacé par M. le capitaine Peyronnel qui est arrivé à Guayaquil le 20 janvier dernier. M. le médecin aide-major Rivet est venu en congé en France, mais il doit retourner à l'Équateur le 26 avril prochain.

» *Opérations du nord.* — Au 1[er] janvier 1903, trois brigades opéraient simultanément dans le nord : celle de M. Maurain au Corazon, à la hauteur de Quito, celle de M. Lacombe entre Quito et Riobamba, celle de M. Perrier dans le voisinage de la baie de Tulcan.

» Quand M. Lacombe partit pour la France, après avoir terminé la partie du tronçon qui lui était attribuée, on constitua, avec son personnel, une nouvelle brigade, placée sous les ordres de M. le capitaine Lallemand, et destinée à opérer entre les deux autres brigades, afin de marcher au-devant de M. Perrier et de rattraper une partie du temps perdu.

» M. le capitaine Maurain, après l'achèvement de sa section, se rendit le 9 août à Alausi, pour préparer les opérations du tronçon sud. Au mois de septembre, M. le capitaine Lallemand, ayant à son tour terminé sa tâche, partait pour Riobamba, pour reprendre, dans les stations qui entourent cette baie, les observations de latitude à la seconde ronde, conformément au vœu de l'Académie.

» M. le lieutenant Perrier avait, de son côté, presque mené à bonne fin les opérations dans la région si difficile où il travaillait, quand diverses circonstances l'obligèrent à reprendre plusieurs stations où il devait rencontrer des conditions aussi défavorables que pendant son premier séjour. Il y retrouva ces brouillards qui, rendant les signaux invisibles, le forcèrent de nouveau à de longues semaines d'attente à de grandes altitudes. Ce n'est, comme nous l'avons dit, que le 13 février 1904, qu'il put enfin quitter ces régions inhospitalières.

» Les causes de ces retards sont celles qui ont été signalées dans les précédents Rapports, et en particulier les circonstances météorologiques. Les stations sont toutes à de fortes altitudes; elles sont souvent battues par des tempêtes de neige ou enveloppées de nuages. Nous avons expliqué, l'année

dernière, les souffrances que notre personnel avait à supporter dans ces conditions. Cette situation n'a pas changé.

» Le Tableau suivant fera d'ailleurs mieux ressortir la nature des difficultés rencontrées :

Nombre de stations distinctes	43
Nombre de stations redoublées	12
Nombre total de stations	55
Altitude moyenne	3700^m
Nombre total de couples mesurés	2391
Durée totale du séjour dans les stations, déplacements non compris	1137 jours

» Dans 3 stations on a dû séjourner plus de 80 jours, dans 11 plus de 30 jours, toujours par suite des circonstances météorologiques.

» La seconde cause de retard a été la destruction des signaux; deux signaux ont été détruits 2 fois et un 3 fois; 18 incidents de cette nature ont obligé les opérateurs à revenir à 12 stations et à reprendre la mesure de 360 couples. Sans le zèle éclairé du Gouvernement équatorien, sans l'appui constant et bienveillant de M. le Président de la République, ces destructions auraient été beaucoup plus fréquentes. On ne saurait trop louer les efforts persévérants des autorités équatoriennes pour assurer la conservation de nos signaux.

» Les opérations du nord étant aujourd'hui terminées, on peut dès maintenant se faire une idée de leur précision. M. Maurain a calculé provisoirement l'enchaînement entre les deux bases de Riobamba et de Tulcan. Au sujet de ce calcul, nous devons observer :

» 1° Qu'il a été fait avant les dernières mesures du Chiles qui viennent seulement d'être achevées, et que par conséquent M. Maurain a dû conclure un angle en Chiles;

» 2° Qu'il a admis, pour ce calcul provisoire, que les deux bases sont au même niveau.

» Dans ces conditions, M. Maurain est arrivé au résultat suivant :

Base du nord mesurée	$6604^m,77$
Base du nord calculée	$6604^m,83$

» La concordance est bien supérieure à ce qu'on pouvait attendre, étant données les conditions dans lesquelles on a opéré, et il ne faudrait pas s'étonner que les calculs définitifs ne l'améliorent pas; il n'en est pas

moins certain, dès à présent, que celle qu'ils feront ressortir sera tout à fait satisfaisante. Nous sommes donc assurés de la très grande précision de cette partie de la triangulation.

» *Opérations du sud.* — Nous avons dit que M. Maurain, après avoir terminé ses travaux du tronçon nord, s'est rendu à Alausi le 9 août 1903; il a procédé aussitôt à la reconnaissance du tronçon sud jusqu'au massif de l'Aguay, à la construction des signaux jusqu'à Cuenca et il a achevé dans le courant de 1903 les stations de Pagroun, Lalanguzo, Sinigallay et Danas.

» La reconnaissance entreprise avait en partie pour but la recherche de l'emplacement d'une station astronomique secondaire entre Riobamba et Cuenca dans le voisinage d'Alausi. L'examen du terrain a prouvé qu'il était impossible de trouver un emplacement convenable, susceptible d'être rattaché à la triangulation, même avec une station géodésique supplémentaire. Dans ces conditions, il a paru préférable de renoncer à ce projet, que la résolution de mesurer les latitudes à la seconde ronde en chaque station rendait d'ailleurs beaucoup moins intéressant.

» M. Maurain est en ce moment à Cuenca où, après avoir aménagé la station astronomique, il a commencé les observations de latitude; il s'occupera ensuite de la détermination de la différence de longitude Cuenca-Quito.

» Le réseau primitivement prévu sera reporté plus à l'ouest en s'écartant de la direction nord-sud; quand on l'avait établi en 1899, il n'était pas encore question de pousser l'arc jusqu'à Payta, mais seulement jusqu'à la région Ayabaca, le complément à 6° étant donné par le prolongement sur le territoire colombien. Ce prolongement étant devenu impossible par suite des événements politiques, on résolut de continuer l'enchaînement vers le sud sur le territoire péruvien jusqu'à Payta sur la côte du Pacifique de façon à lui conserver une étendue totale de 6°. Cet emplacement de Payta était d'ailleurs particulièrement favorable pour les mesures de bases. Mais comme cette localité est notablement à l'ouest du prolongement de l'arc d'abord projeté, il y a lieu de déplacer toute la chaîne. Les observations en seront d'ailleurs grandement facilitées.

» L'expérience a prouvé en effet que les difficultés climatériques qui ont causé tant de retards augmentent rapidement avec l'altitude. Or la Cordillère orientale est élevée, humide, malsaine et presque toujours couverte de nuages. A l'ouest, au contraire, on rencontrera des massifs montagneux d'altitude moindre, où les vues sont généralement libres, par suite du voi-

sinage du désert sablonneux de Tumbez. On aboutira enfin à la plaine au bord de la mer dont le climat est très sec. En arrivant aux premières stations de cette plaine, les altitudes varieront très rapidement; il conviendra donc d'apporter un grand soin à l'observation des distances zénithales et autant que possible d'obtenir des mesures réciproques et simultanées.

» Tous les officiers vont se trouver réunis dans le sud, MM. Lallemand et Perrier ayant achevé leurs travaux dans le nord et M. Peyronnel étant arrivé à l'équateur. On pourra donc constituer deux brigades qui opéreront parallèlement; on peut espérer qu'avec cette façon d'opérer les destructions de signaux seront moins à craindre et en tous cas auront moins d'inconvénients.

» M. Maurain estime que dans ces conditions on peut compter sur une vitesse d'avancement d'une station par brigade et par mois, de sorte que les travaux essentiels de triangulation pourraient être achevés jusqu'à Payta vers la fin de 1904.

» *Latitudes de troisième ordre.* — Dès le début des opérations, on avait reconnu la nécessité de procéder aussi souvent que possible à des déterminations de latitude. Mais ne pouvant utiliser pour ces mesures les théodolites à microscopes dont ils étaient pourvus, les officiers de la mission durent y renoncer dans les premières stations qu'ils firent autour de Riobamba. Depuis ils ont reçu des accessoires qui permettent l'emploi du théodolite pour les observations de latitude, et à partir de ce moment ils ont déterminé la latitude à la seconde ronde dans toutes les stations, conformément au vœu exprimé par l'Académie et par l'Association internationale géodésique.

» Mais les premières stations étaient restées en souffrance; M. le capitaine Lallemand a donc dû s'y rendre de nouveau. Les déterminations y sont aujourd'hui terminées et les résultats de ces observations ont été envoyés à Paris afin d'y être réduits.

» Les latitudes ont donc été mesurées dans toutes les stations du tronçon nord. En ce qui concerne le tronçon sud, la mission va disposer d'un instrument nouveau. M. le capitaine Peyronnel a apporté en effet une astrolabe à prisme du système Claude-Driencourt. M. Maurain a reconnu un emplacement près d'Alausi où les officiers pourront apprendre à la manier.

» *Nivellement.* — Les travaux du nivellement de précision sont confiés à une brigade spéciale commandée par M. l'adjudant Lallemand; elle a

commencé ses opérations en décembre 1903 et a atteint vers le milieu de février la station d'Alausi; on se rappelle que la ligne à niveler s'étend le long du tracé du chemin de fer, qu'elle court nord-sud depuis Riobamba jusqu'à Alausi, puis est-ouest depuis Alausi jusqu'à Guayaquil et doit être ensuite prolongée de ce dernier point jusqu'au médimarémètre.

» C'est donc la première section nord-sud qui est aujourd'hui terminée; les résultats, d'après le rapport de M. Maurain, sont excellents, et l'on n'a eu à reprendre que très peu de nivelées.

» On rencontrera une difficulté au passage du Guayas, un peu avant Guayaquil. Cette rivière est trop large pour qu'on puisse employer les procédés ordinaires de nivellement. Il faudra opérer géodésiquement par distances zénithales réciproques et simultanées. Une bonne vérification consisterait à se rattacher par un nivellement de précision à des points situés sur les deux rives du Guayas. En choisissant le moment où les courants de marée s'annulent, on pourra admettre en effet que le niveau de l'eau est sensiblement le même sur les deux rives.

» A la suite d'une reconnaissance faite avant son départ par M. le capitaine Lacombe, un emplacement a été choisi pour le médimarémètre à Salinas, sur la côte du Pacifique, en un point situé en dehors des courants. M. Peyronnel a apporté deux médimarémètres, dont l'un sera sans doute installé à Salinas et l'autre à Payta.

» *Pendule.* — Cette partie du programme est toujours restée en souffrance. L'Académie ne saurait trop insister sur son importance; et comme il semble que cette situation doive se prolonger jusqu'au retour de M. le commandant Bourgeois en Équateur, nous devons émettre le vœu que ce retour soit aussi prompt que possible.

» Il y a cependant un résultat intéressant à signaler : la station de Riobamba a été réduite, et l'on a pu constater que les résultats concordent avec la formule de Bouguer, tandis que les mesures faites dans les massifs des Alpes et de l'Himalaya ne s'accordent pas avec cette formule et se rapprochent plutôt de celle de Faye. Ainsi se trouvent confirmées les prévisions de M. de Lapparent, fondées sur la différence des conditions tectoniques des Andes et de l'Himalaya. Il y a lieu d'ailleurs de rappeler que c'est à la suite d'une observation faite au Pichincha que Bouguer avait adopté cette formule.

» *Rattachement de Guayaquil.* — Ce résultat fait prévoir un relèvement assez considérable du géoïde, il devient donc de plus en plus intéressant

d'apprécier l'importance de ce relèvement en mesurant la différence des longitudes géodésique et astronomique de Guayaquil. Il faut pour cela rattacher géodésiquement cette station à la triangulation; à cet effet, on a proposé de se servir de l'île de Puna, située dans le golfe de Guayaquil. Le chef intérimaire de la mission n'a pas perdu de vue cette importante question, et il a étudié une autre solution qui consisterait à prendre comme base la ligne géodésique calculée Sinaçalman-Minas; en visant des deux extrémités de cette ligne le sommet du Cerro de Santa Anna, tout proche de Guayaquil. On économiserait ainsi deux stations, ce qui serait fort important, étant donné le retard des opérations, et l'on ne perdrait pas beaucoup en précision. Il reste à savoir si cela est possible; les côtés du triangle auraient de 100^{km} à 120^{km}; M. Maurain estime que cette distance pourrait être franchie; c'est ce qu'une reconnaissance ultérieure nous pourra seule apprendre.

» *Divers.* — Les observations magnétiques ont été poursuivies.

» M. le Dr Rivet est rentré en France en rapportant pour le Muséum de nombreuses caisses de collections; ces collections intéressent toutes les parties de l'Histoire naturelle, mais principalement l'Anthropologie.

» *Programme et résumé.* — Nous avons dit plus haut qu'on pouvait prévoir l'achèvement des opérations du tronçon S pour la fin de 1904. La latitude de Cuenca est actuellement mesurée. Il est probable que l'on aura terminé à la même époque :

» 1° Les différences de longitude Cuenca-Quito et Payta-Quito;

» 2° Le nivellement de précision.

» Il resterait donc pour 1905 :

» 1° La base de Payta;

» 2° Le rattachement de Guayaquil et la différence de longitude Guayaquil-Quito;

» 3° Les observations pendulaires.

» Il y a lieu une fois de plus de féliciter nos officiers des résultats qu'ils ont obtenus et dont la valeur scientifique est très grande, de rendre hommage à leur zèle et à leur constance dans les circonstances difficiles où ils ont opéré depuis trois ans.

» Nous devons remercier également les officiers équatoriens dont le concours nous a été très utile, et surtout le Gouvernement équatorien qui n'a cessé de nous venir en aide, non seulement par ses subsides, mais par son intervention constante auprès des populations. »

NOMINATIONS.

L'Académie procède, par la voie du scrutin, à la nomination d'un Membre de la Section d'Astronomie, pour remplir la place laissée vacante par le décès de M. *Callandreau*.

Au premier tour de scrutin, le nombre des votants étant 53,

M. Bigourdan obtient	45	suffrages
M. Hamy »	5	»
M. Puiseux »	2	»

Il y a un bulletin blanc.

M. **Bigourdan**, ayant obtenu la majorité absolue des suffrages, est proclamé élu.

Sa nomination sera soumise à l'approbation du Président de la République.

L'Académie procède, par la voie du scrutin, à la nomination d'un Correspondant, pour la Section de Géométrie, en remplacement de M. *G. Salmon*.

Au premier tour de scrutin, M. Gordan obtient la majorité absolue des suffrages.

M. **Gordan** est élu Correspondant de l'Académie.

MÉMOIRES PRÉSENTÉS.

M. D. **Scully** communique à l'Académie un travail « Sur la démonstration du dernier théorème de Fermat ».

(Renvoi à la Section de Géométrie.)

CORRESPONDANCE.

M. le **Secrétaire perpétuel** signale parmi les pièces imprimées de la Correspondance :

1° La traduction allemande d'une brochure de M. *H. Moissan* sur la « Classification des corps simples ».

2° La seizième année du *Bulletin de la Société d'Histoire naturelle d'Autun*. (Présentée par M. Albert Gaudry.)

3° Le Tome V du *Traité général de Viticulture* de MM. *P. Viala* et *V. Vermorel*. (Présenté par M. Guignard.)

4° La 2e édition du « Traité de Balistique extérieure », de M. *P. Charbonnier*. (Présenté par le général Sebert.)

M. le **Ministre de l'Instruction publique** communique à l'Académie les renseignements suivants qui lui ont été transmis par M. le Ministre des Affaires étrangères et qui ont été recueillis par le Consul de France à Roustchouk, en Bulgarie :

« Deux fortes secousses de tremblement de terre ont été ressenties à Roustchouk, le 4 avril, à midi 28 minutes. Elles ont été suivies, pendant les deux journées du 4 et du 5, de secousses moins violentes. La direction semblait être nord-est-sud-ouest. »

ASTRONOMIE. — *Observations de la comète 1904 a (Brooks) faites à l'Observatoire de Besançon, avec l'équatorial coudé.* Note de M. P. **Chofardet**, communiquée par M. Lœwy.

Dates. 1904.	Étoiles.	Temps moyen de Besançon.	ΔR.	ΔP.	Nombre de comparaisons.
		h m s	m s	′ ″	
Avril 19......	*a*	13. 0.11	−1. 9,16	− 7.51,9	9 : 6
19......	*a*	13.42.13	−1.14,27	− 8.56,5	9 : 6
21......	*b*	9.36.37	+1.15,54	− 3.21,5	9 : 6

Positions moyennes des étoiles de comparaison pour 1904,0.

Étoiles.	Catalogues.	Ascension droite moyenne.	Réduction au jour.	Distance polaire moyenne.	Réduction au jour.
		h m s	s	° ′ ″	″
a..	An. rapp. à AG. Bonn 10810	16.51.40,26	+1,65	44. 5.33,4	+6,9
b..	AG. Bonn 10728	16.43.39,89	+1,73	42.54.35,4	+6,5

Positions apparentes de la comète.

Dates. 1904.	Ascension droite apparente.	Log. fact. parallaxe.	Distance polaire apparente.	Log. fact. parallaxe.
	h m s		° ′ ″	
Avril 19......	16.50.32,75	$\bar{1}.461_n$	43.57.48,4	$\bar{1},870_n$
19......	16.50.27,64	$\bar{1}.280_n$	43.56.43,8	$\bar{1},600_n$
21......	16.44.57,16	$\bar{1}.778_n$	42.51.20,4	$0,535_n$

« Le 19 avril, la comète, de 9e grandeur, présente une tête ronde de 1′ de diamètre, avec un noyau central assez vif. Une légère queue de 2′ à 3′ d'étendue se soupçonne vers le sud-ouest. »

ASTRONOMIE. — *Observations de la comète 1904 a (Brooks), faites à l'Observatoire de Paris (équatorial de la tour de l'Est).* Note de M. Salet, communiquée par M. Lœwy.

Dates. 1904.	Étoiles.	Temps moyen de Paris.	ΔR.	ΔD.	Nombre de comparaisons.
		h m s	m s	′ ″	
Avril 18......	1	9.57.27	+0. 2,97	+ 6.32,1	6 : 6
18......	1	10.51.11	−0. 3,01	+ 7.55,7	6 : 6
20......	2	9. 2.21	+1.38,86	+ 9.22,3	8 : 6
20......	3	11.29. 9	+0.27,55	−12.47,9	8 : 6
23......	4	8.43.52	+0.24,17	+ 6.12,4	10 : 6
23......	4	9.36.18	+0.16,88	+ 7.27,4	10 : 6

Positions moyennes des étoiles de comparaison pour 1904,0.

Étoiles.	Gr.	Catalogues.	Ascension droite moyenne.	Réduction au jour.	Déclinaison moyenne.	Réduction au jour.
			h m s	s	° ′ ″	″
1...	9,0	AG. Bonn 10836	16.53.39,98	+1,61	+45.13.17,9	−7,2
2...	8,8	» 10755	16.46.21,40	+1,69	+46.22.49,8	−6,7
3...	6,9	» 10765	16.47.14,36	+1,69	+46.48.40,7	−6,6
4...	8,2	» 10676	16.38.13,06	+1,81	+48.11.57,0	−6,0

Positions apparentes de la comète.

Dates. 1904.	R apparente.	Log. fact. parallaxe.	D apparente.	Log. fact. parallaxe.
	h m s		° ′ ″	
Avril 18.........	16.53.44,56	$\bar{1},733_n$	+45.19.42,8	0,576
18.........	16.53.38,58	$\bar{1},697_n$	+45.21. 6,4	0,470
20.........	16.48. 1,95	$\bar{1},752_n$	+46.32. 5,4	0,644

Dates. 1904.	Æ apparente.	Log. fact. parallaxe.	Ⓓ apparente.	Log. fact. parallaxe.
	h m s		° ′ ″	
Avril 20.........	16.47.43,60	$\bar{1},644_n$	+46.35.46,2	0,276
23.........	16.38.39,04	$\bar{1},767_n$	+48.18. 3,4	0,624
23.........	16.38.31,75	$\bar{1},750_n$	+48.19.18,4	0,507

« Grandeur : 9,0 environ. »

ASTRONOMIE. — *Éléments provisoires de la comète Brooks* (1904, *avril* 16). Note de M. G. **Fayet**, présentée par M. Lœwy.

« Ce calcul a été effectué en utilisant une observation faite à Kiel le 17 avril et, d'autre part, les observations obtenues par M. Bigourdan, à l'Observatoire de Paris, les 18 et 19 avril.

» Les éléments conclus sont les suivants :

$$T = 1904 \text{ avril } 3,6077, \text{ temps moyen de Paris.}$$

$$\left.\begin{array}{l} \Omega = 277°.47'.49'' \\ i = 125.44.23 \\ \varpi = 63.\ 6.54 \end{array}\right\} 1904,0,$$

$$\log q = 0,43902.$$

$$\text{Représentation du lieu moyen : O} - \text{C} \left\{ \begin{array}{l} \cos\beta\, d\lambda = +1'',1, \\ d\beta = +0'',5. \end{array}\right.$$

» De ces éléments on a déduit l'éphéméride suivante, pour 12^h, temps moyen de Paris :

Dates. 1904.	Ascension droite apparente.	Déclinaison apparente.	log r.	log Δ.	Éclat.
	h m s	° ′			
Avril 22.......	16.41.23	+47.48	0,4402	0,3508	1,00
» 26.......	16.27.43	+50. 3	0,4407	0,3515	1,00
» 30.......	16.12.28	+52. 6	0,4413	0,3537	0,99
Mai 4.......	15.55.46	+53.53	0,4421	0,3573	0,97
» 8.......	15.37.51	+55.22	0,4429	0,3623	0,94
» 12.......	15.19. 2	+56.33	0,4438	0,3685	0,91
» 16.......	14.59.47	+57.25	0,4448	0,3758	0,88

» L'éclat du 17 avril est pris comme unité; à cette date, la comète était estimée de grandeur 8,5. »

ASTRONOMIE. — *Les Léonides en 1903, et détermination de leur hauteur par des observations simultanées.* Note de MM. **Maurice Farman**, **Ém. Touchet** et **H. Chrétien**, présentée par M. H. Deslandres.

« L'étude systématique des *Léonides* a été entreprise cette année à l'Observatoire de Chevreuse. Le but était surtout de déterminer, avec le plus de précision possible, la position réelle des trajectoires de ces étoiles filantes. Pour cela, les observations ont été faites simultanément dans deux stations, distantes d'environ 30^{km}, distance qui semble être suffisante pour que les erreurs d'observation soient petites relativement aux déplacements parallactiques et qui, d'un autre côté, est assez faible pour permettre une identification certaine des météores observés en double.

» On sait d'ailleurs que les erreurs d'observation des points extrêmes des trajectoires d'étoiles filantes ont surtout lieu dans le sens même de cette trajectoire, tandis que sa direction est, en général, assez bien observée. On doit donc choisir les postes d'observation de telle sorte que le déplacement parallactique se fasse perpendiculairement à cette direction, c'est-à-dire que la ligne qui les joint doit être dans un azimut rectangulaire avec l'azimut moyen du radiant au cours des observations.

» La première station était l'Observatoire de *Chevreuse,* dont les coordonnées sont :

Longitude ouest	0° 19′ 6″
Latitude nord	48° 42′ 33″
Altitude	163^m

» La deuxième station, qui fut déterminée par les considérations précédentes, était située dans la Beauce, à *Authon-la-Plaine,* près d'Auneau (Eure-et-Loir).

Longitude ouest	0° 23′ 1″
Latitude nord	48° 27′ 16″
Altitude	145^m

» La distance rectiligne de ces deux points est de $28^{km},700$, et l'azimut du second par rapport au premier est de + 10°.

» Comme à cette époque de l'année le temps n'est généralement pas propice pour ce genre d'observation, afin d'éviter les dérangements inutiles, la deuxième station fut constituée par une voiture automobile qui permettait d'aller en moins de 1 heure se poster à l'endroit convenu si le

ciel semblait devoir être clair. Cette rapide mobilité était d'autant plus à apprécier que le radiant des Léonides ne se levant que très tard, les observations se font principalement dans la seconde partie de la nuit. Cet emploi de l'automobile permet de constituer, avec une seule station centrale, des stations auxiliaires appropriées à l'étude des différents essaims.

» Les observations ont eu lieu durant les nuits du 13-14 et du 14-15 novembre, de 1^h à 5^h du matin; elles étaient enregistrées sur des cartes spéciales fournies par la *Commission des Étoiles filantes* de la Société astronomique de France. L'heure était connue au moyen de chronomètres que les observateurs comparaient avant de se séparer et au retour des observations.

» Les météores enregistrés, au nombre de 83, semblent provenir principalement de quatre radiants principaux.

Radiants :

Léonides (l).......	28 météores;	Coordonnées......	Æ = 137°	D = + 23°
Cocher (c)........	17 » ;	»	75	+ 45
Gémeaux (g)......	13 » ;	»	110	+ 32
Taureau (t)......	11 » ;	»	67	+ 17
Sporadiques (s)....	14 » .			

» La détermination des hauteurs fut basée sur la combinaison des observations faites à Chevreuse avec celles faites à Authon-la-Plaine.

» Les météores observés simultanément furent d'abord identifiés par la coïncidence des heures d'observations. La coïncidence est presque certaine lorsque les météores sont situés dans la même région et que la différence des temps d'observation affecte une allure systématique d'un météore à l'autre.

» Soient maintenant α_1, δ_1 les coordonnées du point d'apparition du météore vu de la première station S_1; α'_1, δ'_1 celles du point de disparition; les mêmes lettres affectées de l'indice 2 désigneront les éléments correspondants vus de la station S_2.

» Les quatre quantités α_1, δ_1; α_2, δ_2 d'un même point de la trajectoire ne sont pas indépendantes, car si A_1, D_1 sont les coordonnées du point de la sphère céleste qui, à l'instant considéré, coïncide avec la projection de S_2 vu de S_1, on doit avoir

$$\operatorname{tang}\delta_1 \sin(\alpha_2 - A_1) + \operatorname{tang}\delta_2 \sin(A_1 - \alpha_1) + \operatorname{tang} D_1 \sin(\alpha_1 - \alpha_2) = 0,$$

relation qui exprime que les droites qui joignent l'œil des observateurs au point visé se coupent dans l'espace.

» Cette condition n'est, en général, jamais satisfaite; il faut rendre les observations compatibles, et c'est l'importance de la correction qu'elles doivent subir pour cela qui est le *criterium* définitif de leur utilité.

» Sur vingt-deux coïncidences, douze ont présenté toutes les garanties suffisantes pour être soumises au calcul des hauteurs. La méthode employée est celle de Klinkerfues combinée avec des constructions graphiques. Les résultats ont été les suivants :

		Parallaxes.		Hauteurs.		
Météores.	Radiants.	Apparition.	Disparition.	Apparition.	Disparition.	Longueur.
		° ′	° ′	km	km	km
A.	s.	13. 2	22. 4	119,3	71,0	55,2
B.	l.	10. 17	13. 11	138,5	109,8	62,2
C.	s.	18. 9	17. 48	74,5	73,7	13,0
D.	l.	6. 19	5. 57	134,0	131,6	26,8
E.	l.	18. 48	18. 52	56,1	43,5	22,9
F.	l.	14. 50	18. 21	82,0	61,6	33,0
G.	l.	14. 37	16. 35	78,0	69,1	26,6
H.	l.	10. 28	9. 53	123,4	105,7	36,4
I.	l.	8. 7	9. 29	136,3	99,4	44,8
K.	s.	11. 8	14. 36	105,0	60,0	47,0
L.	l.	21. 4	32. 58	53,9	33,4	30,9
M.	l.	7. 31	7. 43	130,4	90,4	29,3

» La moyenne des hauteurs d'apparition est de $103^{km},6$; celle des hauteurs de disparition est de $75^{km},8$; la longueur moyenne des trajectoires est de $35^{km},2$. »

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur les singularités des fonctions analytiques.* Note de M. L. **Zoretti**, présentée par M. Painlevé.

« Je voudrais indiquer quelques applications du théorème que j'ai énoncé dans une Note récente sur les fonctions uniformes qui ont un ensemble *partout discontinu* de points singuliers.

» I. Ce théorème s'étend bien simplement aux fonctions qui ont un nombre limité de branches. Il permet, en outre, de démontrer les deux propositions suivantes :

» *Si une fonction ainsi que sa fonction inverse possèdent un nombre limité de branches, les seules singularités* non algébriques *de ces deux fonctions sont des coupures.*

» *Étant donnée une fonction dépourvue de coupures et à un nombre limité de branches, quel que soit donné l'entier n on peut trouver une quantité complexe* A *telle que l'équation*

$$f(z) - A = 0$$

ait plus de n racines.

» II. Considérons une fonction analytique à une infinité de branches. Je dirai qu'*une ligne* AB est une *coupure* de cette fonction, s'il existe un ensemble continu linéaire λ ayant AB pour ensemble limite et le long duquel on puisse toujours effectuer le prolongement analytique d'une branche de la fonction et si pour chaque position de λ on peut déterminer un nombre ε tendant vers zéro quand λ tend vers AB, tel que dans tout cercle de rayon ε ayant son centre sur λ, il y ait un point singulier de la branche considérée.

» Considérons un point singulier a d'une fonction analytique, et supposons, ce qui n'a pas toujours lieu, qu'il existe un chemin aboutissant en a sur lequel on puisse prolonger une branche de la fonction jusqu'au point a mais pas au delà. Je dirai que a est un *point-coupure* de la fonction si, quelque petit que soit un cercle de centre a, le prolongement de la branche précédente dans le cercle ne permet pas d'atteindre tous les points du cercle.

» Ces définitions admises, on peut énoncer les théorèmes suivants :

» *Si le domaine d'existence d'une fonction analytique est* borné, *elle admet nécessairement des coupures.*

» *Dans un cercle quelconque entourant un point-coupure d'une fonction analytique, cette fonction admet nécessairement des coupures.*

» III. Enfin, le même théorème permet d'énoncer le théorème suivant sur les équations algébriques du premier ordre :

» *Considérons une équation différentielle du premier ordre algébrique en $y'y$ et x, dont chaque intégrale $y(x)$ est une fonction à un nombre fini de branches, nombre inférieur à un entier donné ν : l'intégrale générale acquiert autour des points critiques mobiles un nombre fini de déterminations qui est* le même *quelle que soit l'intégrale particulière considérée, sauf pour un nombre fini de valeurs de la constante. De plus, l'intégrale dépend algébriquement de la constante.* »

GÉODÉSIE. — *Essai d'une détermination de différence de longitude par transport de l'heure.* Note de M. **Paul Ditisheim**, présentée par M. Lœwy.

« Les progrès réalisés récemment dans la construction des chronomètres rendaient intéressante une nouvelle étude de la question de la détermination des longitudes par transport de l'heure.

» Jusqu'ici, de telles déterminations étaient faites à l'aide de chronomètres de marine avec échappement à détente; mais cet organe qui, au

repos, fonctionne d'une façon parfaite, est très sensible aux secousses, et laisse parfois échapper une oscillation, entraînant ainsi un retard d'une demi-seconde dans la marche de la pièce. L'échappement à ancre, au contraire, considéré comme moins précis, n'est pas soumis à ce défaut, et constitue l'échappement par excellence des pièces destinées à être transportées et soumises à d'inévitables trépidations.

» L'essai dont je vais rendre compte a été effectué à l'aide de 5 chronomètres de bord de $49^{mm},6$ de diamètre (type 22 lignes), du format très portatif en usage sur les bâtiments de faible tonnage.

» Ces chronomètres d'une construction très soignée, dont la marche avait été suivie journellement pendant près d'une année, à l'observatoire de Neuchâtel et à d'autres altitudes, étaient munis du balancier compensateur acier-nickel et laiton imaginé par M. Ch.-Éd. Guillaume et assurant, dans une montre bien réglée, une conservation très parfaite des marches, en même temps qu'une compensation complète à toutes les températures.

» Pour une telle détermination, j'ai choisi la différence Paris-Neuchâtel qui, en plus des questions de convenance personnelle, se recommandait par deux circonstances spéciales : la première est le voyage accidenté qu'elle nécessite et qui oblige à une dénivellation de 1000^{m} environ, ce qui soumet les chronomètres à un traitement particulièrement dur ; la seconde résulte du fait que cette différence de longitude, d'après les compensations de l'ensemble des résultats européens, est l'une des plus mal connues, de telle sorte qu'un contrôle des déterminations chronométriques ne sera possible que plus tard, et qu'aucune idée préconçue ne pouvait entraîner un choix arbitraire des observations.

» Cet essai a reçu les meilleurs encouragements de M. Bigourdan, astronome titulaire à l'Observatoire de Paris, et de M. le D[r] Arndt, directeur de l'observatoire de Neuchâtel, qui ont bien voulu s'associer à ce travail et effectuer en même temps, avec le concours de M. Strœle, astronome-adjoint à l'observatoire de Neuchâtel, les comparaisons des chronomètres que j'avais transportés d'un observatoire à l'autre avec tous les soins possibles.

» Les chronomètres étaient placés dans des boîtes doubles, capitonnées, que l'on suspendait pendant le voyage à des tuyaux de caoutchouc attachés au filet du wagon, de façon à amortir autant que possible les secousses de faible durée et de faible amplitude, tandis que les mouvements de plus grande amplitude étaient annulés par un léger contact des boîtes avec la banquette placée au-dessous.

» Dans tous les voyages, on a emporté un baromètre et un thermo-chronomètre totalisant la température moyenne de la salle d'observation dans les mesures faites à Paris et à Neuchâtel.

» Les valeurs des marches ont été corrigées au moyen des formules antérieurement déterminées par l'examen des marches à l'observatoire de Neuchâtel pour l'intervalle (de 15 heures environ) des observations faites à Paris et à Neuchâtel; on a admis comme marches diurnes, pendant les voyages, les moyennes des marches trouvées dans les quelques jours (5 à 7) qui ont précédé ou suivi immédiatement le transport.

» Il est une seule circonstance qu'on a omis d'inscrire dans le journal d'observations : c'est l'heure du remontage des pièces avant et après chaque voyage; il en résulte une très légère incertitude dans les marches qui vont suivre, en raison du défaut d'isochronisme faible, mais cependant appréciable, dans la plupart des pièces transportées. Dans une prochaine expérience du même genre, il y aurait lieu d'en tenir compte.

» Les pièces, au nombre de cinq, ont été portées une première fois à Paris le 15 décembre, et rapportées à Neuchâtel le 24 décembre 1902; dans un deuxième voyage, les cinq pièces ont été portées à Paris le 13 février 1903, mais trois seulement sont revenues à Neuchâtel le 19 février; les deux autres ayant été conservées à Paris pour en observer la marche; ces deux dernières, n[os] 20310 et 20312, ont été rapportées à Neuchâtel le 28 juin 1903.

» Voici le Tableau des résultats obtenus par ces observations :

	20308.	20309.	20310.	20311.
	m s	m s	m s	m s
Premier voyage : Aller	18.28,71	18.28,82	18.28,50	18.28,82
» Retour....	18.29,18	18.28,84	18.29,06	18.29,32
Deuxième voyage : Aller	18.28,37	18.28,81	18.28,72	18.28,86
» Retour....	18.28,54	18.28,68	18.28,49	18.28,75
Moyenne.......	18.28,70	18.28,79	18.28,69	18.28,94

	20312.	Moyenne.
	m s	m s
Premier voyage : Aller	18.28,84	18.28,74
» Retour........	18.28,94	18.29,07
Deuxième voyage : Aller..........	18.29,37	18.28,83
» Retour........	18.28,35	18.28,56
Moyenne..............	18.28,87	18.28,80

» La différence de longitude entre Paris et Neuchâtel, résultant de la moyenne de toutes les mesures, est donc de $18^m 28^s,80$. Or, la détermination directe, faite en 1877, a donné $18^m 28^s,53$, alors que le calcul de compensation d'un réseau constitué par 93 mesures relatives à la plupart des observatoires d'Europe (1) a donné $18^m 28^s,86$ avec l'erreur résiduelle relativement considérable de $0^s,33$.

(1) Voir *Astronomische Nachrichten*, 18 juillet 1885.

» Un calcul de compensation (¹), entre 157 stations, effectué plus tard par M. Van de Sande Backhuysen, donne en longitude est de Greenwich :

Neuchâtel,	Cercle méridien..........	27.49,897 (m s)
Paris.	Méridien de Cassini.......	9.20,930
Différence Paris-Neuchâtel............		18.28,967
Détermination directe (1877)..........		18.28,53
	Erreur résiduelle.........	0,437

» L'erreur vraie de la détermination dont il vient d'être rendu compte ne sera connue qu'après la nouvelle détermination télégraphique dont l'exécution a été décidée (²). Toutefois, la bonne concordance des déterminations chronométriques permet de penser que l'erreur de la moyenue n'est pas supérieure à $0^s,1$. »

HYDROLOGIE. — *Sur les décrues des rivières.* Note de M. **Edmond Maillet**, présentée par M. Jordan.

« Considérons une crue en un point P d'un cours d'eau, le bassin versant n'étant pas trop grand. Admettons que les pluies viennent à cesser : peu de temps après, la décrue se produit; elle est assez lente si le bassin comprend suffisamment de terrains perméables, l'influence des terrains imperméables cessant, au contraire, très vite, pour fixer les idées, au temps t_0, où la hauteur est h_0.

» On peut alors se demander si une formule (³)

$$t - t_0 = \varphi(h_0) - \varphi(h) \tag{1}$$

n'est pas applicable à cette décrue, φ étant une fonction caractéristique du point P, à moins que de nouvelles pluies ne tombent.

» Nous avons essayé d'obtenir de pareilles formules pour diverses stations hydrométriques du bassin de la Seine, en classant les décrues en

(¹) *Astronomische Nachrichten,* 13 déc. 1893.

(²) *Annuaire du Bureau des longitudes,* 1904, page A.11.

(³) Analogue à la formule $t - t_0 = \varphi(Q_0) - \varphi(Q)$ indiquée par nous (*Comptes rendus,* octobre-novembre 1903) pour les débits des sources de la Vanne et de a Dhuis dans la période de régime propre.

quatre catégories : 1° décrues normales de la saison froide (1er novembre-1er mai), sans gelées sérieuses; 2° décrues de la même saison avec gelées sérieuses; 3° décrues de la saison chaude (1er mai-1er novembre); 4° décrues d'avril ou des premières crues de la saison froide après bas niveaux. Nous nous sommes servi, à cet effet, des atlas publiés annuellement par le service hydrométrique central du bassin de la Seine (période 1872-1900).

» Pour les trois premières catégories on a, avec une exactitude suffisante, peut-être plus grande pour la première et la troisième que pour la deuxième :

$$h + C = (h_0 + C)e^{-\alpha(t-t_0)}$$

où α et C ont les valeurs suivantes, h, h_0, C étant exprimés en mètres, et t, t_0 en jours :

Station hydrométrique.	Rivière ou fleuve.	Bassin versant (approximativement).	α. Saison froide normale.	α. Saison froide avec gelées.	α. Saison chaude.	Valeur de C en décimètres.	Observations.
La Chaussée	Marne	7000 km²	0,0552	0,096	0,092	5,3 ou 6	$h_0 \leqq 2^m,60$
Vitry-le-Brûlé ...	Saulx (affluent de la Marne)	2400	0,0506	»	0,07176	−1 ou −2	
Bray-sur-Seine...	Haute-Seine	10000	0,03894	0,0526	0,0526	0	$1^m,00 \leqq h_0 \leqq 2^m,20$
Autricourt......	Ource (affluent de la Haute-Seine)	400	0,05485	»	»	0	
Paris (pont d'Austerlitz).......	Seine	46320	0,046 (approximativement)	0,0805 (approximativement)	»	0	

» Les coefficients de tarissement des débits des décrues, régis par une loi analogue, sont environ égaux aux précédents multipliés par $\frac{3}{2}$. Si l'on observe que, pour les sources de la Vanne et de la Dhuis, les coefficients α de tarissement des débits [1], quand la loi de décroissance est exponentielle, ne dépassent pas 0,1066 (source de Cérilly), t étant exprimé en mois, on voit que *les coefficients de tarissement des débits des décrues pour les rivières ci-dessus sont au moins seize fois plus forts pour la saison froide, vingt-deux fois pour la saison chaude*.

» Le phénomène prédominant ici pendant la décrue paraît donc être notablement différent du phénomène de l'écoulement des eaux à travers

(1) *Loc. cit.* et Boussinesq, *Comptes rendus*, 1904, 1er semestre, p. 120.

les canaux capillaires de fortes nappes souterraines. Il nous semble plus juste d'admettre que la décrue est surtout soutenue par l'égouttement des terres et les sources éphémères qui en résultent.

» Il est intéressant de remarquer que, en supposant le débit fourni par une masse de terre qui s'égoutte proportionnel à la quantité d'eau contenue dans cette masse et susceptible de s'égoutter peu à peu, on est conduit à une loi exponentielle de décroissance des débits.

» En terminant, signalons qu'une formule analogue à (1),

$$t - t_0 = 5400\left(\frac{1}{q-20} - \frac{1}{q_0-20}\right) \quad (t \text{ en jours, } q \text{ en mètres cubes}),$$

a été indiquée par M. l'ingénieur Gaudenzio Fantoli dans un Mémoire couronné (prix Kramer), sous le pseudonyme *Montanus*, en 1895, par l'Institut lombard de Milan [1] (*Sul regime idraulico dei laghi*, Milano, Ulrico Hoepli, 1897) : q est ici le débit de l'ensemble des affluents du lac Majeur pendant une période de décrue de ces affluents. »

PHYSIQUE. — *Sur le point de fusion de l'or et la dilatation de quelques gaz entre* 0° *et* 1000°. Note de MM. **Adrien Jacquerod** et **F.-Louis Perrot**, présentée par M. Lippmann.

« Le point de fusion de l'or est un des repères pyrométriques les plus importants; il a été déterminé à maintes reprises, mais avec des résultats très différents. Les mesures récentes, datant des 12 dernières années, présentent encore entre elles des divergences considérables qui peuvent être attribuées soit aux difficultés inhérentes à ce genre de déterminations, soit à la variété des méthodes employées (thermomètre à gaz, à résistance de platine, couple thermo-électrique). Barus indique 1091°, Callendar 1061°, Heycock et Neville 1061°, Holborn et Wien 1072°, D. Berthelot 1064°, Holborn et Day 1064°.

» Nous nous sommes proposé :

» 1° De déterminer en valeur absolue la température de fusion de l'or au moyen d'un *thermomètre à volume constant, à ampoule de silice ;*

---

[1] D'après une lettre que M. Fantoli nous a adressée, deux ou trois formules analogues à (1), à type exponentiel, auraient été indiquées de 1895 à 1903 pour certains petits cours d'eau dans la même région. Comp. encore Dyrion, *Bull. de l'Hydraul. agric.*, 1894, fasc. Q; Pochet, même *Bull.*, fasc. Y, 1901, au sujet des décrues de la Fontaine de Vaucluse.

» 2° De comparer, au moyen du même instrument, la *dilatation de quelques gaz* jusqu'à cette température élevée.

» L'appareil qui nous a servi pour ces déterminations sera décrit ailleurs en détail; son dispositif manométrique est tout à fait analogue à celui employé par l'un de nous en collaboration avec M. Travers; l'ampoule de silice y est reliée au moyen d'un rodage noyé dans la cire à cacheter, tenant absolument le vide. L'avantage de la silice réside principalement dans son très faible coefficient de dilatation. D'après les mesures de MM. Holborn et Henning, ce coefficient (cubique) est égal à 0,000 00162 entre 0° et 1000°; c'est le nombre dont nous nous sommes servis pour les calculs. Il en résulte une correction sur le point de fusion de l'or d'environ 2°, au lieu de 35° à 40° avec une ampoule en platine.

» Le réservoir thermométrique est placé au centre d'un four à résistance de platine, de 30^{cm} de longueur et 5^{cm} de diamètre intérieur, protégé contre les pertes par rayonnement au moyen de trois enveloppes concentriques de terre réfractaire, séparées par des couches de matière isolante. Les deux extrémités de ce four sont soigneusement obturées à l'aide de blocs de terre réfractaire et de rondelles d'amiante, ne laissant passage qu'à la tige capillaire du thermomètre, d'un côté, et de l'autre à un tube de porcelaine servant à l'introduction du fil d'or. Celui-ci est placé à côté de la partie centrale de l'ampoule, sans être en contact avec elle; il ferme un circuit électrique alternatif comprenant une très grande résistance, et un récepteur téléphonique. La cessation du son dans le téléphone indique le moment précis de la fusion. La marche du four est réglée de façon que, pour les derniers degrés, la température monte très lentement (1° en 2-3 minutes). Au moment de la fusion, on fait la lecture du manomètre. Dans une même série d'expériences, les pressions ainsi déterminées différaient rarement entre elles de plus de $0^{mm},5$.

» Nous nous sommes assurés, en plaçant le fil d'or successivement aux deux extrémité et au milieu de l'ampoule, que les variations de température dans la partie utile du four atteignent au maximum 2°. Dans la suite, le fil d'or a toujours été placé vers le milieu de l'ampoule, exactement dans la même position.

» Le thermomètre a été rempli successivement d'azote, d'air atmosphérique, d'oxygène, d'oxyde de carbone et d'acide carbonique soigneusement purifiés et desséchés [1], à des pressions initiales variées. Cette pression initiale est déterminée à la température ordinaire, en plaçant dans le four un thermomètre Baudin, lu au $\frac{1}{100}$ de degré, ce qui évite tout déplacement du four et rend parfaitement comparables entre eux les résultats obtenus avec les différents gaz.

» Voici le résumé de ces résultats, calculés en prenant comme coefficient de dilatation des quatre premiers gaz la valeur moyenne 0,0036650, et pour l'acide carbonique les valeurs 0,0036766 et 0,0036724 respectivement, extrapolées au moyen des données de M. Chappuis, en prenant

---

[1] Il nous a été impossible d'effectuer des mesures avec l'hydrogène, ce gaz diffusant au rouge à travers la silice, comme M. Villars l'avait déjà constaté.

comme coefficient limite, pour la pression zéro, le nombre 0,0036620.

Thermomètre.		Pression initiale approximative à 0°.	Nombre des déterminations.	Température moyenne calculée.
		mm		
Azote	I..........	230	6	1067°,2
	II..........	210	5	
	III.........	195	5	
Air.................		230	7	1067,2
Oxygène	I........	230	6	1067,5
	II.......	180	5	
Oxyde de carbone...		230	4	1067,05
Acide carbonique	I..	240	5	1066,5
	II.	170	8	

» Les causes d'erreur et la précision probable des résultats seront discutées dans le Mémoire détaillé.

» Remarquons seulement qu'il résulte de nos expériences :

» 1° Que le point de fusion de l'or au thermomètre à azote (volume constant), à une pression initiale de 200^{mm} environ, est voisin de 1067°;

» 2° Que les coefficients de dilatation de l'azote, l'air, l'oxygène et l'oxyde de carbone, entre 0° et 1000°, sont excessivement voisins;

» 3° Que la dilatation de l'acide carbonique entre 0° et 1000° est un peu inférieure à ce qu'elle est entre 0° et 100°, tout en restant notablement supérieure à celle des gaz cités plus haut.

» Nous avons l'intention de reprendre les mêmes déterminations au moyen du thermomètre à *hélium*, dont les indications doivent se rapprocher beaucoup de l'échelle absolue des températures. Nous pourrons alors calculer exactement les coefficients de dilatation de divers gaz à haute température. »

CHIMIE. — *Sur les poids atomiques de l'oxygène et de l'hydrogène et sur la valeur probable d'un rapport atomique*. Note de MM. **Ph.-A. Guye** et **Ed. Mallet**.

« Une étude systématique sur la valeur probable d'un rapport atomique nous a démontré que, dans un grand nombre de cas, on peut utilement adopter pour cette valeur la moyenne arithmétique corrigée par la règle de M. Vallier (¹). En nous réservant de traiter cette question d'une façon

(¹) E. Vallier, *Sur l'interprétation d'un nombre restreint d'observations*

plus complète dans un Mémoire détaillé, nous signalons dès maintenant les résultats remarquablement concordants fournis dans ces conditions par les belles expériences de M. Morley (¹). Voici, en effet, les corrections que comportent alors les nombres obtenus par les trois méthodes directes et indépendantes par lesquelles cet habile expérimentateur a fixé la valeur numérique du rapport O : H.

» Les deux premières méthodes consistent à effectuer la synthèse de l'eau en pesant les quantités d'hydrogène et d'oxygène employées et la quantité d'eau formée; on en déduit les rapports $O : H^2$ et $H^2O : H^2$ dans le système H = 1.

» Pour le premier rapport ($O : H^2$), douze expériences conduisent à la valeur moyenne O = 15,8791; la correction $x = -0,0002$; la moyenne corrigée est O = 15,8789.

» Pour le second rapport ($H^2O : H^2$), onze expériences ont fourni la valeur moyenne $H^2O = 17,8785$; la correction $x = +0,0001$; la moyenne corrigée est $H^2O = 17,8786$, d'où l'on déduit O = 15,8786.

» La troisième méthode consiste à déterminer exactement les densités de l'oxygène et de l'hydrogène et le rapport exact, en volumes, suivant lequel ces deux gaz se combinent pour former de l'eau. Reprenons chacune de ces déterminations.

» Le *poids du litre normal d'oxygène* (0°, 1^{atm}, 45° de latitude, niveau de la mer) résulte de trois séries de mesures :

	Nombre d'expériences.	Moyennes.	Moyennes corrigées.
1re série.....	9	1,42880	1,42882
2e »	15	1,42887	1,42872
3e »	17	1,42917	1,42925
Moyennes arithm.......		1,42894	1,42893
		Correction $x =$	$-0,00007$
Moyenne corrigée des moyennes corrigées.			1,42886

(*Comptes rendus*, t. CXXVIII, 1899, p. 654). La correction consiste à ajouter à la moyenne arithmétique, en grandeur et en signe, la quantité $x = -\frac{1}{2}\frac{s_3}{s_2}$, les lettres s_3 et s_2 représentant respectivement les sommes algébriques des cubes et des carrés des écarts par rapport à la moyenne arithmétique.

(¹) E.-W. Morley, *Smithsonian Contributions to Knowledge* (1895). Traduction allemande : *Zeitschrift f. phys. Chem.*, t. XX, p. 68, 242 et 417 (voir aussi t. XVII, p. 87). Nos calculs se rapportent aux données d'expériences consignées dans ce dernier Recueil.

» *Le poids du litre normal d'hydrogène* a été déterminé par cinq séries de mesures dont M. Morley n'a conservé que les trois dernières; en voici la écapitulation :

	Nombre d'expériences.	Moyennes.	Moyennes. corrigées.
Troisième série......	8	0,089886	0,089883
Quatrième série.....	4	0,089880	0,089872
Cinquième série.....	11	0,089866	0,089872
Moyennes arithmétiques..........		0,089877	0,089876
		Corrections........	$x = -0,000001$
Moyennes corrigées des moyennes corrigées............			0,089875

» Pour déterminer *le rapport en volumes* $2+y$, suivant lequel l'hydrogène et l'oxygène se combinent pour former de l'eau, il faut connaître *le poids du litre normal du gaz tonnant* $\left(H^2 + \frac{1}{2}O^2\right)$ préparé par électrolyse de l'eau. Une série de dix expériences conduit à la valeur moyenne de 0,535510. Mais ce gaz contient un léger excès d'hydrogène; soit v cet excès par rapport au volume total de gaz tonnant; la valeur moyenne de v, déduite des dix expériences, est 0,000293; la correction $x = -0,000011$, d'où l'on déduit la moyenne corrigée $v = 0,000282$.

» Utilisant alors les relations employées par M. Morley :

$$y = \frac{O' + 2H' - 3,00167\,M'}{1,000389\,M' - H'} - 3v \quad \text{et} \quad O = \frac{2O'}{(2+y)H'},$$

où O', H', M' représentent les poids du litre normal d'oxygène, d'hydrogène et de gaz tonnant, on en déduit :

a. Avec les moyennes arithmétiques des moyennes non corrigées :

$$2 + y = 2,00257 \quad \text{et} \quad O = 15,8784;$$

b. Avec les moyennes corrigées des moyennes corrigées :

$$2 + y = 2,00249 \quad \text{et} \quad O = 15,8786.$$

» *Récapitulation.* — Comparant les résultats obtenus, on a :

	Poids atomique de l'oxygène.		
	M. Morley.	Moyennes arithmétiques.	Moyennes corrigées.
1re méthode (rapport de poids $O : H^2$)........	15,8792	15,8791	15,8789
2e méthode (rapport de poids $H^2O : H^2$).....	15,8786	15,8785	15,8786
3e méthode (densités et rapport en volume).	15,879	15,8784	15,8786
Écarts extrêmes absolus..........	0,0006	0,0007	0,0003
Écarts extrêmes relatifs..........	$\frac{1}{26000}$	$\frac{1}{23000}$	$\frac{1}{53000}$

» La concordance des méthodes peut être considérée comme mesurée par la valeur inverse de l'*écart extrême* entre les deux résultats les plus différents. A cet égard, les nombres obtenus par les moyennes corrigées sont donc deux fois plus concordants que ceux donnés par M. Morley ou calculés par les simples moyennes arithmétiques ([1]). Ce résultat paraît donc justifier ce nouveau mode de calcul pour fixer la valeur probable d'un rapport atomique.

» *En résumé,* la valeur finale est $O = 15,8787$ pour $H = 1$, ou bien $H = 1,00764$ pour $O = 16$ (avec écart de $\frac{1}{80000}$ seulement sur la plus discordante des moyennes corrigées); elle se trouve ainsi reliée d'une façon remarquablement concordante aux poids du litre normal d'oxygène ($1^{g},42886$) et d'hydrogène ($0^{g},089875$), ainsi qu'au rapport en volume (2,00249). »

THERMOCHIMIE. — *Recherches expérimentales relatives à quelques amines cycliques*. Note de M. **P. Lemoult.**

« Quand on calcule, par la formule que j'ai donnée récemment (*Comptes rendus,* t. CXXXVIII, p. 902), la chaleur de combustion à pression constante des amines prises en leur état actuel et qu'on compare avec les résultats expérimentaux, on trouve un certain nombre d'écarts importants; les valeurs calculées sont en effet inférieures aux autres de 22^{Cal} pour l'ammoniaque et les méthylamines, de 17^{Cal} pour la monoéthylamine et l'aniline, de 10^{Cal} pour la benzylamine et de 6^{Cal} pour les méthylanilines; pour les di- et triéthylamines, amylaniline, diéthylaniline, diphénylamine, toluidines, etc., l'accord est satisfaisant. Dans certains cas, les écarts peuvent être attribués à la méthode expérimentale employée (A. Muller, *Bull. Soc. chim.*, 2e série, t. XLIII, p. 213) et nécessiteraient de nouvelles mesures; mais, dans d'autres cas, ils paraissent inexplicables. Comme il ne saurait être question de changer les valeurs numériques adoptées qui servent de base au calcul, puisqu'elles donnent satisfaction dans presque tous les cas, il m'a paru utile de faire quelques nouvelles déterminations à l'aide de la bombe calorimétrique et des méthodes de M. Berthelot, et

([1]) Les faibles écarts entre ces deux valeurs sont dus à de petites corrections d'appréciation pour lesquelles nous renvoyons au Mémoire original; tous nos calculs sont strictement basés sur les moyennes arithmétiques.

cela d'autant plus que la liste des valeurs mesurées présente des lacunes importantes, comme les xylidines, naphtylamines, anisidines, etc.

» *Xylidine.* — N'ayant point en vue de comparer les divers isomères, je me suis adressé à un seul d'entre eux, le 1-amido-2-4-xylène bouillant à 215°, fourni pur par la maison Kahlbaum et rectifié au moment de la combustion; le liquide a été enfermé dans un flacon en verre à parois minces, selon la méthode de MM. Berthelot et Delépine (*Ann. de Chim. et de Phys.*, 7e série, t. XXI, p. 291) :

0g,8580 de xylidine ont donné...	7872cal,27	soit par gramme.......	9175cal,1
1,013 » ...	9315,14	»	9195,6
		Moyenne...........	9185,3

» D'où :

Chaleur de combustion moléculaire à vol. const...	1111Cal,42	
» » à press. const.	1112,70	Calculé : 1115Cal
Chaleur de formation à partir des éléments......	+21,2	

» *Monoéthylaniline.* — Produit bouillant à 206°, absolument exempt d'aniline et de diéthylaniline, comme je l'ai constaté par l'analyse élémentaire et par le dosage à l'anhydride acétique. Traité comme la xylidine, a donné :

Pour 0g,9697...	9017Cal,04	soit par gramme.....	9298cal,8	Moy. : 9302cal,5.
» 0g,5723...	5325Cal,9	»	9306cal,2	

D'où l'on déduit :

Chaleur de combustion moléculaire à volume constant..	1125Cal,60	
» à pression constante.	1126,88	Calculé : 1125Cal.
Chaleur de formation à partir des éléments..........	+7,02	

» *p. Anisidine.* — Corps solide fondant à 56°, brûlé sous forme de pastilles :

0g,9380 donnent	7073cal,26	soit par gramme......	7540cal,7	Moy. : 7539cal,00.
1g,0150 »	7650cal,37	»	7537cal,3	

Et, par conséquent :

Chaleur de combustion moléculaire à volume constant..	927Cal,29	
» à pression constante.	928	Calculé : 925Cal.
Chaleur de formation à partir des éléments..........	+42,6	

» *α-Naphtylamine.* — Fourni très pur par la maison Kahlbaum, corps blanc fondant à 50° et donnant à l'analyse 9,73 pour 100 d'azote (théorie : 9,78 pour 100); brûle avec la plus grande facilité :

0g,8065 ont donné	7152cal,36	soit par gramme....	8868cal,39	Moy. : 8872cal,58.
0g,8173 »	7255cal	»	8876cal,78	

D'où l'on déduit :

Chaleur de combustion moléculaire à volume constant..	1268^{Cal},78	
» à pression constante.	1269,78	Calculé : 1264^{Cal}.
Chaleur de formation à partir des éléments..........	−16,28	

» β-*Napthylamine.* — Échantillon très pur, de même provenance que le précédent, fond à 112° et contient 9,99 pour 100 d'azote (théorie : 9,78); trois déterminations.

0^{g},7320 ont donné	6485^{cal},55	soit par gramme.........	8860^{cal},0	
0,8485 »	7506,68	»	8847,0	Moy. : 8856^{cal},66.
0,7680 »	6806,78	»	8863,0	

Il en résulte :

Chaleur de combustion moléculaire à volume constant..	1266^{Cal},5	
» à pression constante.	1267,5	Calculé : 1264^{Cal}.
Chaleur de formation à partir des éléments...........	−14	

Les deux variétés α et β ont la même chaleur de combustion, à deux unités près, écart qui ne dépasse pas la limite de précision de la méthode employée.

» Comme on le voit, les résultats calculés concordent aussi exactement que possible avec les résultats mesurés; l'approximation atteint toujours et dépasse souvent le $\frac{1}{200}$. Sans expliquer les écarts signalés au début de cette Note, ces expériences ne paraissent donc laisser aucun doute sur l'exactitude au $\frac{1}{200}$ de la formule qu'il s'agissait de vérifier.

» *Remarque.* — Les mesures relatives à la xylidine et à la *p*-anisidine ont été faites à l'aide d'un échantillon d'oxygène de provenance électrolytique; comme l'ont déjà signalé MM. Berthelot et Schmidlin (*Comptes rendus*, t. CXXX, p. 1560), il arrive souvent que cet oxygène contienne de l'hydrogène qui participe à la combustion et dont il faut tenir compte. Dans le cas actuel, la correction a été évaluée de deux manières différentes : à deux reprises, M. Landrieux, préparateur des Hautes Études au Collège de France, a recueilli et pesé l'eau provenant de la combustion de l'hydrogène contenu dans la bombe remplie d'oxygène à 25^{atm} et calculé que la quantité formée correspondait à un dégagement de +124^{cal} par opération; d'autre part, j'ai brûlé dans la même pression initiale du camphre pur (9287^{cal},6 par gramme) et trouvé 126^{cal} en trop; la moyenne, 125^{cal}, a été adoptée comme valeur de la correction pour l'oxygène en question. Les autres déterminations, remontant à quelques mois déjà, avaient été faites avec de l'oxygène ne contenant pas d'hydrogène en quantité mesurable avec certitude; la correction correspondante était nulle. »

CHIMIE. — *Formation de l'hydrogène silicié* SiH^4 *par synthèse directe à partir des éléments.* Note de M. A. Dufour, présentée par M. J. Violle.

« L'hydrogène silicié SiH^4 est complètement décomposé en ses éléments, d'après Ogier (1), quand on le chauffe au rouge sombre; soumis à de très fortes étincelles électriques, il est rapidement détruit et la totalité de l'hydrogène est mise en liberté. Friedel (2) a essayé, sans succès, de faire combiner directement le silicium et l'hydrogène : un arc électrique jaillissant entre deux électrodes de silicium dans une atmosphère d'hydrogène ne lui a point donné d'hydrure de silicium.

» L'observation de certains phénomènes présentés par des tubes de Geissler remplis d'hydrogène silicié m'a conduit à émettre l'hypothèse de l'existence de l'hydrogène silicié à une température inférieure à celle de l'arc et de l'étincelle, mais supérieure à celle du point de fusion du silicium. Je ne décrirai dans cette Note que les expériences faites pour vérifier l'exactitude de cette hypothèse. Je signale dès maintenant que la proportion d'hydrure de silicium obtenu par l'union directe du silicium et de l'hydrogène est extrêmement faible, de sorte que j'ai dû employer une technique spéciale pour montrer son existence.

» *Matières premières.* — Il est important d'employer de l'hydrogène très pur. On le prépare en électrolysant une dissolution de soude ou de baryte dans de l'eau distillée; les électrodes du voltamètre sont en platine; un tube rempli de perles et de coton de verre arrête le brouillard alcalin en suspension dans le gaz. La plus grande partie de la vapeur d'eau entraînée est absorbée dans une éprouvette à anhydride phosphorique. Pour détruire les faibles traces d'oxygène à craindre par suite d'une diffusion possible dans le voltamètre, on a placé, à la suite de l'éprouvette desséchante, un petit tube de silice fondue, maintenu constamment au rouge, et dans lequel l'hydrogène circule. Enfin la dessiccation complète du gaz est obtenue en le refroidissant à la température de l'air liquide sous la pression atmosphérique; un tampon de coton hydrophile placé dans la partie refroidie arrête les petits cristaux de glace qui peuvent se trouver en suspension dans le gaz. L'intensité du courant dans le voltamètre était de 10 à 15 ampères.

» Je me suis servi de silicium cristallisé, fondu au préalable, au chalumeau oxhydrique, dans un tube à essais en silice fondue ou de silicium fondu au four électrique.

---

(1) *Annales de Chimie et de Physique*, 5e série, t. XX, 1880, p. 36 et 32.
(2) *Ibid.*, p. 33.

» *Procédés de chauffage.* — On a chauffé le silicium dans le courant d'hydrogène, avec l'arc électrique à haut voltage ou la flamme du chalumeau oxhydrique :

» 1° Deux baguettes de silicium portées par des pinces de platine sont reliées au secondaire d'un transformateur (3 kilowatts); un arc alternatif à haut voltage et d'une intensité de 2 à 3 dixièmes d'ampère, jaillit entre les pointes des baguettes et porte leurs extrémités à une température supérieure à celle de leur point de fusion. Le courant d'hydrogène arrive par un tube effilé, de manière à souffler sur l'arc.

» 2° Dans l'autre procédé, le silicium est placé à l'intérieur d'un tube de silice chauffé extérieurement par la flamme du chalumeau.

» Dans les deux cas, l'appareil doit être construit de manière que l'hydrogène qui vient de passer sur le silicium fondu soit refroidi le plus rapidement possible pour éviter la décomposition totale des traces d'hydrogène silicié formé. Pour arrêter la poussière de silicium qui pourrait être entraînée par le gaz, celui-ci passe au travers d'un tube rempli de coton hydrophile sur une longueur de 1^m.

» *Recherche de l'hydrogène silicié.* — La présence de l'hydrogène silicié, dans le gaz sortant du tube, se caractérise ainsi :

» 1° Une solution aqueuse d'azotate d'argent est précipitée en noir; c'est le réactif le plus sensible; une solution de sulfate de cuivre donne un très léger précipité rouge brun. L'acétate de plomb et le chlorure de platine ne sont pas précipités.

» 2° On place à la suite du tube à coton un tube à essais contenant de l'eau distillée destinée à saturer le gaz de vapeur d'eau; celui-ci arrive par un tube effilé sur une petite lame de platine maintenue au rouge par un courant électrique. Au bout de 1 heure, par exemple, la lame est recouverte de poils blancs. Ces poils sont insolubles dans les acides chlorhydrique et azotique; traités par un mélange de fluorure d'ammonium sublimé et d'acide chlorhydrique, ils se dissolvent; si l'on ajoute à cette dissolution une goutte d'une dissolution de chlorure de sodium, on voit, au microscope, se former des cristaux et des étoiles hexagonales de fluosilicate de sodium (1). Il faut, évidemment, opérer sur une lamelle recouverte de baume de Canada, si la lamelle est en verre. Ces poils sont donc de la silice capillaire.

» Si l'on fait une expérience à blanc, sans chauffer le silicium, on n'a ni précipités, ni dépôt de silice capillaire.

» 3° Pour identifier l'hydrure obtenu avec SiH^4, il fallait l'isoler du reste de l'hydrogène.

» En refroidissant le gaz par de l'air liquide, je n'ai eu aucun résultat, même en employant le second mode de chauffage, qui donne le meilleur rendement en hydrure de silicium.

» Il a fallu le comprimer dans des conditions de pureté certaine, à l'aide d'un appareil fait spécialement dans ce but, à la pression de 20 atmosphères et le refroidir par de l'air liquide. On obtient alors à la pointe du tube à compression une petite goutte liquide, limpide. Cette goutte étant trop faible pour pouvoir être soumise à l'analyse chimique, le seul procédé d'identification possible consiste à utiliser des constantes physiques. Mais comme le corps est liquide dans l'air liquide, il ne reste plus d'uti-

---

(1) M. Th.-H. Behrens, *Analyse qualitative microchimique*, p. 66.

lisable que le point d'ébullition. À l'aide d'une petite pince thermo-électrique trempant dans cette goutte, j'ai trouvé $-114°$ comme point d'ébullition sous la pression de 76^{cm} de mercure.

» J'ai alors cherché dans les publications scientifiques quel était le point d'ébullition de l'hydrogène silicié ordinaire sous la pression atmosphérique et ne l'ai point trouvé. Il m'a fallu le déterminer. A cet effet, j'ai préparé ce gaz par l'action de l'acide chlorhydrique sur du siliciure de magnésium (1) et l'ai purifié par distillation fractionnée à $-90°$. SiH^4 se présente sous la forme d'un corps liquide à la température de l'air liquide; son point d'ébullition a été trouvé compris entre $-115°$ et $-116°$ sous la pression de 73^{cm} de mercure.

» La concordance des points d'ébullition du liquide obtenu plus haut et de l'hydrogène silicié ordinaire est donc bonne.

» *En résumé*, l'hydrogène et le silicium s'unissent directement et en très faible proportion à une température supérieure à celle de la fusion du silicium, en donnant de l'hydrogène silicié SiH^4. Ce résultat est en accord avec la formation endothermique de l'hydrogène silicié (2). »

CHIMIE. — *Sur les alliages plomb-aluminium.* Note de M. **H. Pécheux**, présentée par M. J. Violle.

« La recherche d'alliages de haute résistivité m'a conduit à essayer de réaliser la combinaison du plomb avec l'aluminium.

» Je me suis imposé le but suivant : obtenir, si possible, plusieurs alliages plomb-aluminium, à teneur variable (3), dont j'étudierais ensuite la résistivité et la thermo-électricité, comme je me propose de le faire pour un certain nombre d'alliages de l'aluminium.

» J'ai donc préparé, à l'avance, des poids déterminés de plomb raffiné et d'aluminium (en plaque); j'ai fondu, au creuset de terre réfractaire, l'aluminium d'abord (il fond à 650°), j'y ai projeté ensuite le plomb (il fond à 330°); en agitant le mélange des deux métaux fondus, j'ai pu les mélanger malgré leur grande différence de densités [celle du plomb, presque pur, vaut 11,23, celle de l'aluminium (à 2 pour 100 de fer et traces de carbone et de silicium) vaut 2,67]; j'ai coulé le mélange dans une lingotière en sable gras d'étuve et j'ai obtenu les résultats suivants :

» 1° Tous les mélanges à moins de 90 pour 100 d'aluminium (j'en ai

(1) Moissan et Smiles, *Ann. de Chim. et de Phys.*, 7e série, t. XXVII, 1902, p. 5.

(2) Berthelot, *Thermochimie*, t. I, p. 77.

(3) Dans sa *Thèse* sur les alliages d'aluminium (Sorbonne, 1902), M. L. Guillet écrit qu'il n'a pu obtenir d'alliage Pb-Al.

essayé plusieurs à 5 pour 100, 10 pour 100, 40 pour 100, 60 pour 100 d'aluminium) m'ont fourni, au moule, trois lingots superposés et bien séparés par liquation : en bas, du plomb; au-dessus, un alliage de plomb et d'aluminium; en haut, de l'aluminium : les trois métaux s'étant placés par ordre de densités décroissantes.

» L'analyse chimique du *lingot intermédiaire* m'a donné, suivant la vitesse de refroidissement du lingot coulé ou suivant l'état hygrométrique du moule, une teneur en aluminium variant de 90 pour 100 à 97 pour 100.

» Il me paraissait donc inutile d'essayer des alliages à moins de 90 pour 100 en aluminium.

» 2° J'ai essayé alors trois alliages à 93 pour 100, 95 pour 100, 98 pour 100 d'aluminium; avec une aussi faible teneur en plomb, le mélange se fait mieux entre les deux métaux liquides dans le creuset; j'ai pu réussir, sans liquation cette fois, ces trois alliages. Le fer de l'aluminium, entraîné par une petite quantité de plomb, à l'état de scories (au fond du creuset), ne demeurait plus qu'à l'état de traces dans les trois alliages analysés ensuite (le plomb faciliterait donc le départ du fer allié à l'aluminium).

» Les densités respectives de ces trois alliages sont :

2,745	pour l'alliage à	93	pour 100
2,674	»	95	»
2,600	»	98	»

» Elles décroissent naturellement en même temps que la teneur en plomb. La densité de l'aluminium, débarrassé du fer, serait 2,50. Les points de fusion, très voisins de celui de l'aluminium, s'élèvent de l'alliage à 93 pour 100 à l'alliage à 98 pour 100. Leur couleur est voisine de celle de l'aluminium, mais ils ont moins d'éclat. Ces alliages s'aplatissent au marteau, se coupent bien au burin, et présentent une tranche d'un beau blanc d'argent; ils sont déjà moins durs que l'aluminium, se plient aisément; sur une cassure, on distingue une structure à gros grains, assez serrés. Chaque alliage n'est sans doute qu'une simple juxtaposition des molécules des deux métaux; car, en les refondant et en les coulant en baguettes de $2^{mm},7$ de diamètre seulement (les premiers lingots avaient 1^{cm} de diamètre), j'ai obtenu trois alliages à :

92	pour 100 (avec le lingot à	93	pour 100),	ayant pour densité	...	2,765
94	»	95	»	»	...	2,691
96	»	98	»	»	...	2,671.

» Ils s'étaient *enrichis en plomb*.

» Cette modification, dans la teneur, indiquant une tendance à la liquation, oblige à *refroidir brusquement l'alliage coulé*.

» Ces alliages sont *inoxydables* à l'air humide et à la température de la

coulée. Ils sont attaqués, à la température de 13°, par l'*acide chlorhydrique* (l'aluminium seul est attaqué) et par l'*acide sulfurique concentré* (sulfate double) avec dégagement d'hydrogène; à chaud, l'acide sulfurique les attaque en dégageant du gaz sulfureux; l'*acide azotique* concentré les attaque vivement à chaud (bioxyde d'azote); il les attaque à peine à froid; l'acide étendu les attaque très peu, même à chaud. La *potasse caustique* en solution concentrée les attaque aussi à froid, ainsi que l'*eau régale* (attaques très vives; la deuxième fournit un chlorure double); le gaz sulfhydrique noircit légèrement les alliages à 92 pour 100 ou 93 pour 100. Ces alliages n'attaquent pas l'*eau distillée*, ni à froid, ni à 100°. »

CHIMIE. — *Sur l'or colloïdal.* Note de M. **Hanriot**, présentée par M. Armand Gautier.

« Lorsqu'on traite une solution alcaline d'or par divers réducteurs, on obtient des solutions fortement colorées en bleu ou en rouge que l'on suppose renfermer de l'or colloïdal soluble. Ayant précédemment montré que les diverses variétés d'argent colloïdal constituent autant d'espèces chimiques distinctes, de propriétés et de compositions différentes, j'ai recherché si, dans ces solutions colloïdales, l'or ne serait pas sous forme de composé complexe.

» Henrich a décrit, sous le nom d'*or colloïdal*, des solutions qu'il obtient en traitant le chlorure d'or par divers phénols réducteurs tels que la pyrocatéchine et l'hydroquinone. J'ai préparé l'une de ces solutions de la façon suivante :

» On dissout dans 1^{l} d'eau distillée 1^{g} de chlorure d'or (renfermant 50 pour 100 d'or); on fait bouillir et l'on ajoute du carbonate de sodium jusqu'à réaction légèrement alcaline, puis on verse dans 300$^{cm^3}$ d'une solution froide de pyrocatéchine à 11^{g} par litre. Il se produit une coloration rouge, qui vire aussitôt au violet. On réunit dix opérations semblables, et l'on ajoute alors goutte à goutte SO^4H^2 étendu et jusqu'à très légère acidité. La liqueur vire au bleu et dépose au bout d'un temps plus ou moins long une poudre bleue, qu'on lave avec une petite quantité d'eau, puis avec de l'alcool à 70°. Celui-ci enlève une matière rougeâtre provenant de l'oxydation de la pyrocatéchine. Enfin, on dissout la poudre dans l'ammoniaque étendue, et l'on précipite à nouveau par l'acide sulfurique, en évitant un excès.

» Ce composé se présente alors sous forme d'une poudre d'un bleu violacé, légèrement soluble dans l'eau pure, mais insoluble dans un léger

excès d'acide sulfurique ou azotique, ainsi que dans leurs sels alcalins. Il se dissout au contraire aisément dans les alcalis, surtout dans l'ammoniaque; il est également soluble dans le carbonate de sodium. On peut chasser l'excès d'ammoniaque par l'ébullition sans précipiter l'or. Les acides énergiques le précipitent de ces dissolutions, mais les sels alcalins précipitent à peine les solutions alcalines.

» Le précipité formé par les acides est hydraté et l'eau fait partie de sa constitution. Aussi, quand on le dessèche à 100°, il perd définitivement sa solubilité dans les alcalis. Quand il a été séché au-dessous de 40° il perd également cette solubilité, mais peut la reprendre partiellement par un long contact avec l'eau.

» L'analyse du corps séché à 40° m'a donné :

Eau chassée à 100°	2,04
Perte au rouge	6,31
Or (dosage direct)	91,53
SO^3	0,39

» C'est le composé le plus riche en or, soluble dans les alcalis, que j'aie pu obtenir.

» Il n'est que très lentement altéré par les acides. En solution dans un alcali, il ne tarde pas à déposer de l'or métallique, tandis que la solution se colore en brun, renfermant une matière organique dont je n'ai pas eu assez pour faire l'analyse.

» Un grand nombre de sels de métaux lourds précipitent ces solutions, comme l'a vu Henrich, mais le précipité n'est pas de l'or métallique, comme il le supposait, et le groupement complexe qui caractérise l'or colloïdal n'est pas détruit. Ainsi, si au sel ammoniacal on ajoute une solution d'un sel de cuivre, on obtient un précipité insoluble dans l'eau et la potasse, mais soluble dans AzH^3. Desséché à 40° dans le vide, il devient insoluble dans AzH^3. Si dans cet état on le traite par l'acide chlorhydrique, il lui cède du cuivre, et le résidu reprend en partie les solubilités de l'or colloïdal.

» Le nitrate d'argent colore en brun la solution d'or colloïdal sans le précipiter. L'addition de nitrate d'ammoniaque à cette solution argentique donne un précipité rougeâtre, soluble dans l'eau pure et qui, lavé à refus avec la solution de nitrate d'ammoniaque, contient environ 2 pour 100 d'argent.

» L'acétate de plomb donne avec l'or colloïdal un précipité insoluble dans l'ammoniaque, tandis que le chlorure mercurique ne précipite pas la même solution.

» *L'or colloïdal ne se dissout pas dans le mercure.*

» Lorsqu'on calcine dans le vide l'or colloïdal, il se dégage des gaz; pour les extraire en totalité, il faut chauffer longtemps au chalumeau. J'ai dû employer pour cette opération un tube de quartz. 1^g d'or colloïdal m'a donné :

	cm³
CO^2	5,2
CO	5,4
H^2	7,6

» Dans les mêmes conditions, l'argent colloïdal ne donnait que de l'acide carbonique et de l'hydrogène.

» Nous voyons donc que l'or colloïdal, préparé par la méthode de Henrich, peut être précipité de ses solutions par les acides, rester insoluble à cet état, mais se redissoudre dès qu'on ajoute un alcali. Il n'est donc pas possible d'admettre que les solutions soient formées de fines particules d'or non agglomérées, puisque ce corps garde sa solubilité, même après être passé à l'état solide. Il manifeste en outre des propriétés acides, faisant avec les divers métaux lourds des sels, tantôt solubles et aptes aux doubles décompositions, tantôt insolubles, c'est-à-dire ayant chacun leur individualité propre. »

CHIMIE ANALYTIQUE. — *Un nouvel indicateur. Son emploi pour la recherche de l'acide borique en général, et dans les substances alimentaires en particulier.* Note de M. **Lucien Robin**, présentée par M. Carnot.

« On peut extraire des fleurs du mimosa une matière colorante pouvant être utilisée comme indicateur pour l'alcalimétrie ou l'acidimétrie, ainsi que je l'ai déjà fait connaître ([1]), et pouvant aussi servir à la recherche de l'acide borique, même à l'état de traces impondérables.

» L'indicateur se prépare de la façon suivante : 10^g de fleurs sont placés dans une capsule avec 200^{cm^3} d'eau distillée; on chauffe jusqu'à commencement d'ébullition, en ayant soin d'agiter souvent; après refroidissement, on introduit 50^{cm^3} d'alcool bien neutre, à 95°; après un repos d'une heure, on filtre et conserve dans un flacon en verre brun.

» La teinture ainsi préparée est de couleur jaune paille; si l'on en ajoute une goutte à 10^{cm^3} environ d'eau distillée, celle-ci n'offre aucune teinte perceptible; mais, si l'on verse une seule goutte de solution décinormale de potasse, il se développe immédiatement une couleur jaune d'or intense, laquelle disparaît si l'on neutralise ensuite par une goutte de solution décinormale d'acide sulfurique, chlorhydrique ou oxalique.

» En résumé, cet indicateur se comporte absolument comme la phtaléine du phénol : si, par exemple, on titre à froid un carbonate alcalin, il faudra, pour décolorer la liqueur, employer exactement la moitié de l'acide néces-

([1]) L. Robin, *Annales de Chimie analytique*, 15 avril 1904.

saire à la décomposition absolue de ce carbonate. Cet indicateur peut être utilisé pour les titrages avec l'ammoniaque.

» *Recherche de l'acide borique.* — La teinture, préparée comme ci-dessus, peut aussi servir à rechercher la présence de l'acide borique; mais, si l'on ne doit rechercher que des traces infinitésimales, on emploiera de préférence le papier au mimosa, préparé comme suit :

» On place une feuille de papier Berzélius suédois au fond d'une cuvette à photographie et on l'arrose avec la teinture de mimosa, étendue au préalable d'un quart d'eau distillée. On soulève ensuite le papier de façon à le laisser égoutter durant quelques secondes, et on le dépose sur une lame de verre, pour faire sécher à l'étuve. Il faudra ensuite le conserver à l'abri de la lumière.

» Le papier doit être à peine teinté, pour que les réactions donnent le maximum de sensibilité.

» *Recherche dans un mélange de sels.* — Généralement on pourra suivre la marche suivante : la solution est rendue légèrement alcaline par le carbonate de soude, puis portée à ébullition et filtrée.

» Quelques gouttes du liquide filtré sont mises dans une petite capsule, avec une goutte de teinture de mimosa; on ajoute de l'acide chlorhydrique, jusqu'à disparition de la teinte jaune, et l'on évapore au bain-marie, jusqu'à sec. On constatera alors, s'il y avait de l'acide borique dans le mélange de sels, que le résidu est coloré en jaune et que l'addition de quelques gouttes de carbonate de soude à 10 pour 100 fera virer ce jaune au rouge.

» Si, au contraire, il n'y avait pas d'acide borique, le résidu aura une teinte grisâtre et virera au jaune par le carbonate.

» Pour retrouver des traces très faibles d'acide borique, il vaudra mieux opérer ainsi : on concentre la liqueur filtrée et acidifiée, pour l'amener à un très petit volume, et l'on introduit une bande de papier réactif de $1^{cm},5$ environ de largeur, sur 2^{cm} ou 3^{cm} de longueur, de façon qu'elle s'imprègne bien du liquide concentré; après l'avoir déposée au fond d'une petite capsule plate, on sèche complètement au bain-marie; le papier sera alors teinté en jaune s'il y a de l'acide borique, et l'addition de carbonate le fera virer au rouge brique.

» Dans le cas contraire, le papier offrira une couleur grisâtre qui passera au jaune par l'addition de carbonate de soude.

» *Recherche dans les vins, cidres, etc.* — 10^{cm^3} de liquide à examiner sont neutralisés par le carbonate de soude; on évapore et calcine, puis on reprend par une vingtaine de gouttes d'eau distillée bouillante et l'on décante sur un tout petit filtre humecté préalablement d'eau distillée, en recueillant la liqueur dans un petit verre à expérience. Après avoir acidifié très légèrement par de l'acide chlorhydrique, on humecte une petite bande de papier réactif, pour opérer comme ci-dessus.

» Cette méthode m'a permis de déceler très nettement l'acide borique provenant de l'addition de 3^{mg} de borax à 1^{l} de vin; et cela, en opérant sur 10^{cm^3} de vin.

» *Recherche dans le lait.* — Pour retrouver des traces très faibles d'acide borique dans un lait, il est convenable de s'y prendre de la façon suivante : 15^{cm^3} à 20^{cm^3} de lait sont coagulés par 2 à 3 gouttes d'acide acétique et, après filtration, on neutralise avec

la solution de carbonate de soude, en employant comme indicateur la phtaléine ou la teinture de mimosa. On porte ensuite à l'ébullition et l'on filtre.

» Le liquide filtré est évaporé et calciné, pour opérer comme avec les vins.

» Afin d'avoir un terme de comparaison, dans les recherches très délicates, on fait simultanément une seconde opération à blanc avec un papier réactif imbibé d'eau distillée que l'on aura aiguisée légèrement d'acide chlorhydrique. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Action du magnésium et des combinaisons organo-magnésiennes sur le bromophénétol.* Note de M. **V. Grignard**, présentée par M. H. Moissan.

« Avant de connaître les recherches de M. Hamonet [1] sur les dérivés halogénés de certains éthers-oxydes de la série grasse et sur leurs combinaisons magnésiennes, j'avais entrepris d'étudier l'action du magnésium sur le bromophénétol dans l'espoir d'obtenir le magnésien normal

$$C^6H^5OCH^2CH^2MgBr,$$

qui aurait permis de réaliser assez facilement, par copulation avec des aldéhydes ou des cétones, des synthèses d'α-glycols et même, avec les éthers-sels, des synthèses de glycérines. Ces prévisions ne se sont pas réalisées, mais j'ai cependant obtenu quelques résultats que je crois devoir signaler.

» Le magnésium en poudre réagit complètement, à chaud, sur le bromophénétol, en présence d'éther anhydre, en donnant à peu près exclusivement de l'éthylène et un composé cristallin dont l'hydrolyse fournit du phénol. Ce résultat s'explique aisément en admettant qu'il se fait d'abord le magnésien normal, puisque la fonction organo-métallique réagit immédiatement sur le groupement éther-oxyde de phénol de la manière suivante :

$$\begin{matrix} C^6H^5O \,\vdots\, CH^2 \\ \vdots\;\;| \\ BrMg \,\vdots\, CH^2 \end{matrix} = C^6H^5OMgBr + CH^2 = CH^2.$$

» Il se fait en même temps une petite quantité de diphényline du butanediol $C^6H^5O(CH^2)^4OC^6H^5$ qui cristallise aisément dans l'éther en lamelles fusibles à 98° et dont la formation est due à la réaction connue qui détermine, dans la plupart des cas, la duplication partielle du radical halogéné sur lequel on opère.

» Dans l'espoir de corroborer l'explication donnée plus haut, j'ai fait

[1] *Bull. Soc. chim.*, 1903, p. 1108. — *Comptes rendus*, t. CXXXVIII, 1904, p. 813.

réagir sur le bromophénétol diverses combinaisons organomagnésiennes. Il semblait que la réaction dût être la suivante :

$$C^6H^5O\,CH^2CH^2Br + R\,Mg\,X = C^6H^5O\,Mg\,X + R\,CH^2CH^2Br.$$

» En fait, il n'en est pas ainsi et la réaction est différente suivant le composé magnésien auquel on s'adresse. $C^5H^{11}MgBr$ réagit, après élimination de l'éther, en donnant quantitativement du phénol, mais pas de bromure d'isoheptile, pas plus que du dodécane qui aurait pu résulter de l'action de ce bromure sur le $C^5H^{11}MgBr$ en excès; à côté du phénol, le produit principal est de l'alcool amylique. Le mécanisme de cette réaction n'est pas encore élucidé.

» C^6H^5MgBr réagit régulièrement, après élimination de l'éther, à la température d'environ 145°, en donnant, à côté d'un peu de phénol, la réaction suivante (83 pour 100) :

$$C^6H^5O\,CH^2CH^2Br + Br\,Mg\,C^6H^5 = Mg\,Br^2 + C^6H^5O\,CH^2CH^2C^6H^5.$$

» La phényline de l'alcool phényléthylique ainsi obtenue est un liquide assez fluide, bouillant à 166° sous 14^{mm}. Chauffée en autoclave, à 120°, pendant 4 heures, avec une solution acétique saturée d'acide bromhydrique, elle se transforme en bromure phényléthylique primaire

$$C^6H^5CH^2CH^2Br,$$

peu connu jusqu'à présent, bouillant à 92°, sous 11^{mm}, et à 217°-218°, sous 734^{mm}, en se décomposant légèrement. Ce bromure se transforme aisément en dérivé magnésien en donnant accessoirement une petite quantité de styrolène et de diphénylbutane.

» La combinaison magnésienne, traitée par CO^2, a fourni l'acide phénylpropionique, fusible à 48° (50 pour 100); oxydée par un courant d'oxygène, elle a donné l'alcool phényléthylique primaire (60 pour 100), bouillant à 102°, sous 13^{mm}, et à 220°, sous 750^{mm} (1).

» Enfin $C^6H^5CH^2MgCl$ donne lieu, à 100°, à une réaction intermédiaire entre les deux précédentes; on obtient du phénol, de l'alcool benzylique et une petite quantité de phényline phénylpropylique, $C^6H^5O\,CH^2CH^2CH^2C^6H^5$, qui bout à 171°-172° sous 11^{mm}. Ce composé a été transformé comme précédemment en bromure phénylpropylique primaire bouillant vers 110° sous 12^{mm}, dont la constitution a été établie par l'action de CO^2 sur son dérivé magnésien qui a conduit à l'acide phénylbutyrique

$$C^6H^5CH^2CH^2CH^2CO^2H,$$

fusible à 47°-48°.

---

(1) L'alcool obtenu par l'action du trioxyméthylène sur $C^6H^5CH^2MgCl$ n'est pas l'alcool phényléthylique, mais bien l'alcool orthotoluylique, comme l'ont montré MM. Tiffeneau et Delange.

» *En resume :* 1° Dans les conditions habituelles, le dérivé magnésien du bromophénétol n'est pas stable et il en est probablement de même pour les composés magnésiens analogues dérivés d'éthers-oxydes de phénols arylaliphatiques.

» 2° On peut espérer que la copulation des composés organo-magnésiens aromatiques et surtout phénoliques (Mg soudé au noyau) avec le bromophénétol ou avec des composés du même type, comme le phénoxybromopropane-1-3, par exemple, permettra de réaliser la synthèse de composés arylaliphatiques halogénés primaires dont la préparation est restée jusqu'à présent à peu près impossible lorsque la chaîne latérale considérée possède plus d'un atome de carbone. J'étudie actuellement cette généralisation. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur la lactone oxycrotonique et les acides crotoniques γ substitués.* Note de M. **Lespieau**, présentée par M. Haller.

« En fixant deux atomes de chlore ou de brome sur l'acide vinylacétique $CH^2 = CH - CH^2 - CO^2H$ on obtient des acides butyriques substitués en β et en γ, à l'aide desquels il est facile de préparer les acides crotoniques γ substitués.

» Le départ de 1^{mol} d'hydracide, nécessaire pour arriver à ce résultat, se fait sous l'influence de la chaleur; on le produit aussi à froid par addition, en présence d'alcool, d'une solution normale de potasse. Avec les amides et nitriles correspondant aux acides en question on observe le même genre de réaction.

» Les composés non saturés ainsi obtenus fixent les hydracides déjà à la température ordinaire, et l'on revient aux corps d'où l'on était parti.

» Dans le cas des acides, la chaleur, par suite de l'existence d'un halogène en γ, peut provoquer en outre le départ d'une seconde molécule d'hydracide avec production d'une lactone oxycrotonique.

» Voici quelques-uns des faits observés dans cet ordre de réactions :

» L'amide $CH^2Br - CHBr - CH^2 - CONH^2$, que j'ai obtenue en dissolvant le nitrile correspondant dans l'acide bromhydrique fumant, fond à 86°. Dissoute dans un mélange d'eau et d'alcool elle réagit sur la potasse diluée en donnant une amide $CH^2Br - CH = CH - CONH^2$ fondant à 110°. Ces substances cristallisent bien par refroidissement de leurs solutions chloroformiques bouillantes.

» Le nitrile $CH^2Br - CHBr - CH^2 - CN$, préparé comme je l'ai indiqué précédemment (*Comptes rendus,* t. CXXXVI, p. 1265), perd, sous l'action de la chaleur,

une molécule d'acide bromhydrique, en donnant un nouveau nitrile, le corps

$$CH^2Br - CH = CH - CN,$$

composé extrêmement vésicant, bouillant à 84° sous 12^{mm} et fondant à $-14°$. La saponification de ce nitrile par les hydracides conduit à des acides *saturés :* l'acide bromhydrique fournit l'acide $CH^2Br - CHBr - CH^2 - CO^2H$; la saponification a donc été accompagnée d'une fixation d'acide bromhydrique ; en utilisant l'acide chlorhydrique on pouvait s'attendre de même à la production du corps

$$CH^2Br - CHCl - CH^2 - CO^2H;$$

en réalité on obtient l'acide dichloré $CH^2Cl - CHCl - CH^2 - CO^2H$. L'acide chlorhydrique a donc ici un triple rôle : il sature la double liaison, il saponifie le nitrile et il substitue Cl à Br. Cette dernière action tient certainement à la position en γ de l'atome de brome, car le nitrile $CH^2BrCHBr - CH^2 - CN$, soumis à l'action de l'acide chlorhydrique fumant, donne l'acide $CH^2Cl - CHBr - CH^2 - CO^2H$; l'atome de brome en β n'est pas touché.

» Ces particularités s'expliquent aisément si l'on admet la formation transitoire de lactones.

» On peut, en effet, isoler un produit de ce genre en opérant comme il suit :

» On maintient, 30 minutes durant, 15g d'acide $CH^2Cl - CHCl - CH^2 - CO^2H$ à une température comprise entre 200° et 215° dans un ballon relié à un réfrigérant ascendant et traversé par un courant d'air lent ; on distille ensuite, et on lave le produit avec une solution de carbonate de potassium. On obtient ainsi 4g de la lactone oxybutyrique.

» La lactone $CH^2 - CH = CH - CO$ (avec liaison $CH^2 - O - CO$) est un liquide un peu épais, bouillant à 95°-96° sous 13^{mm} et fondant à $+4°$. Soluble dans l'eau elle se sépare quand on ajoute du carbonate de potassium ; elle réduit l'azotate d'argent ammoniacal avec formation d'un miroir, elle ne décolore que très lentement le brome et donne, sous l'action de l'acide bromhydrique concentré, l'acide $CH^2Br - CHBr - CH^2 - CO^2H$.

» Nous devons mentionner que MM. Hill et Cornelison (*Amer. J.*, t. XVI, p. 284), ayant réduit la lactone $CH^2 - CBr = CBr - CO$ (avec liaison $CH^2 - O - CO$), ont obtenu un corps qui pourrait bien être identique à celui que nous venons de décrire ; mais ils ne l'ont pas étudié, car ils n'ont pu l'avoir que sous forme de solution aqueuse au millième environ. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Recherches sur la série dinaphtopyranique.* Note de M. R. Fosse, présentée par M. A. Haller.

« Nous nous sommes proposé : 1° De préparer, par la méthode des éthers diphénylcarboniques, indiquée par nous, la dinaphtopyrone qui

correspond au dinaphtopyrane de constitution :

I. CH^2 — O

» 2° De transformer cette pyrone successivement en pyranol, sels de pyryle et pyrane, pour vérifier les relations qui existent entre ces corps.

» On connaît plusieurs dinaphtopyrones ou dinaphtoxanthones. Celle qui correspond au dinaphtopyrane de formule (1) ne peut dériver que du naphtol β. Pour ce phénol, tandis que la théorie ne prévoit l'existence que de deux dinaphtopyrones, la littérature chimique en décrit trois.

» Il est aisé de voir que le naphtol β ne peut donner que deux pyrones; le groupement CO se trouve en α dans l'une et en β dans l'autre.

II. CO — O

III. CO — O

» En prenant comme point de départ l'acide ββ'-naphtolcarbonique, M. de Kostanecki a obtenu une dinaphtopyrone qui ne peut répondre qu'à III. Elle fond à 241°.

» Les deux autres dinaphtopyrones dérivent toutes deux du naphtol β, elles diffèrent sensiblement par leurs propriétés physiques de la dinaphtopyrone fusible à 241° de M. de Kostanecki. Elles devraient donc correspondre à la formule II et ne représenter qu'un seul et même corps; or elles diffèrent nettement.

» L'une, la β-dinaphtoxanthone, fond à 149°, elle dérive par oxydation chromique de l'éthylidène di-β-naphtylène oxyde $CH^3 - CH\left\langle\begin{matrix}C^{10}H^6\\C^{10}H^6\end{matrix}\right\rangle O$, obtenu lui-même en condensant l'aldéhyde acétique et le naphtol β. Ce corps a pour constitution :

CH^3 — CH — O

» Si l'oxydation a réussi à brûler le groupement CH^3 pour donner une pyrone (?) celle-ci ne peut avoir que la constitution (II).

» L'autre dinaphtopyrone ou dinaphtoxanthone fond à 194°, elle a été obtenue par Bender en calcinant l'orthocarbonate d'éthyle et de β-naphtyle; par de Kostanecki en

prenant pour origine l'acide αβ-oxynaphtoïque :

CO^2H

OH

et par nous en faisant réagir les carbonates alcalins sur l'éther β-dinaphtylcarbonique.

» Tandis que la β-dinaphtoxanthone fond à 149°, donne un produit de réduction fusible à 165°, considéré comme un dinaphtopyrane, la dinaphtoxanthone de Bender et Kostanecki fond à 194°, se transforme par réduction, ainsi que nous l'établissons, en dinaphtopyrane fusible à 201°, dont la constitution est représentée par (I).

» Il en résulte que la β-dinaphtoxanthone ne paraît pas être une pyrone ou xanthone.

» *Transformation du carbonate de β-naphtyle en dinaphtopyrone.* — Cet éther, traité comme les carbonates de phényle, par un carbonate alcalin, donne de l'anhydride carbonique, du naphtol-β et de la dinaphtopyrone fondant à 194°; s'il se comportait comme le carbonate de phényle, sa transformation serait représentée par l'égalité suivante :

$$(\mathrm{IV})\qquad 2\mathrm{CO}\Big\langle{\mathrm{O.C^{10}H^7}\atop \mathrm{O.C^{10}H^7}} = \mathrm{CO^2} + \mathrm{C^{10}H^7OH} + \mathrm{C^{10}H^6}\Big\langle{\mathrm{CO^2.C^{10}H^7}\atop \mathrm{O.C^{10}H^7}}.$$

» Mais le naphtyloxynaphtoate de naphtyle, par suite de son instabilité, perd 1^{mol} de naphtol pour donner la dinaphtopyrone :

$$(\mathrm{V})\qquad \mathrm{C^{10}H^6}\Big\langle{\mathrm{CO.OC^{10}H^7}\atop \mathrm{O.\ C^{10}H^7}} = \mathrm{C^{10}H^7OH} + \mathrm{C^{10}H^6}\Big\langle{\mathrm{CO}\atop \mathrm{O}}\Big\rangle\mathrm{C^{10}H^6}.$$

» L'équation de la réaction finale est la somme de (IV) et de (V) :

$$2\mathrm{CO}\Big\langle{\mathrm{O.C^{10}H^7}\atop \mathrm{O.C^{10}H^7}} = \mathrm{CO^2} + 2\mathrm{C^{10}H^7OH} + \mathrm{C^{10}H^6}\Big\langle{\mathrm{CO}\atop \mathrm{O}}\Big\rangle\mathrm{C^{10}H^6}.$$

» *Transformations de la dinaphtopyrone.* — Par l'hydrogène naissant nous avons pu passer de la pyrone au pyranol fondant à 145° :

$$\mathrm{C^{10}H^6}\Big\langle{\mathrm{CH\ OH}\atop \mathrm{O}}\Big\rangle\mathrm{C^{10}H^6},$$

identique au pyranol obtenu par nous, dans l'action du chloroforme sur le naphtol-β, et des alcalis sur les dérivés monohalogénés du dinaphtopyrane.

» Ce corps, traité par l'acide acétique, donne une solution rouge, qui se décolore par addition d'alcool, dégage de l'éthanal et dépose du dinaphtopyrane fusible à 201°.

» Le pyranol, traité par les hydracides chauds, produit des solutions colorées d'où se déposent, par refroidissement, de beaux cristaux rouges de chlorure ou de bromure de dinaphtopyryle. Ceux-ci, en présence de l'alcool, se transforment en dinaphtopyrane, hydracide, éthanal.

» *En résumé :* 1° Le produit de l'oxydation chromique de l'éthylidène-di-β-naphtylène oxyde ne paraît pas être une dinaphtopyrone.

» 2° Au contact des carbonates alcalins, le carbonate di-β-naphtylique se décompose en CO^2, naphtol-β, dinaphtopyrane d'après

$$2CO(OC^{10}H^7)^2 = CO^2 + 2C^{10}H^7OH + C^{10}H^6 \left\langle \begin{matrix} CO \\ O \end{matrix} \right\rangle C^{10}H^6.$$

» 3° En partant du carbonate de β-naphtyle $CO^3(C^{10}H^7)^2$, on peut obtenir la série de transformations suivante :

» Dinaphtopyrone (F. 194°); dinaphtopyranol (F. 145°).

» Sels de dinaphtopyryle : dinaphtopyrane (F. 201°).

$$C^{10}H^6 \left\langle \begin{matrix} CO \\ O \end{matrix} \right\rangle C^{10}H^6 \rightarrow C^{10}H^6 \left\langle \begin{matrix} CH\,OH \\ O \end{matrix} \right\rangle C^{10}H^6$$

$$\rightarrow C^{10}H^6 \left\langle \begin{matrix} CH \\ | \\ O \end{matrix} \right\rangle C^{10}H^6 \rightarrow C^{10}H^6 \left\langle \begin{matrix} CH^2 \\ O \end{matrix} \right\rangle C^{10}H^6,$$
$$\qquad\qquad \diagdown X$$

» Tous ces corps, possédant dans leur molécule la structure suivante :

O

BOTANIQUE. — *Remarques sur quelques particularités de la flore de Long Island.* Note de M. **Ph. Eberhardt**, présentée par M. Gaston Bonnier.

« Dans des Notes antérieures et plus récemment dans un Mémoire étendu (¹), j'ai signalé l'influence des milieux sec et humide sur la végétation et la structure des végétaux.

» En ce qui concerne l'air humide, mes expériences m'ont amené à constater que son influence entraînait une augmentation de la croissance en hauteur de la plante, avec une diminution de sa résistance et de sa rigi-

---

(1) *Influence de l'air sec et humide sur la forme et sur la structure des végétaux* (*Annales des Sciences naturelles, Botanique,* 8ᵉ série, t. XVIII, 1903, p. 61).

dité, en même temps qu'un plus grand développement de la surface foliaire, des stipules, etc.

» J'ai eu récemment l'occasion d'observer dans le Long Island, sur la côte est de l'Amérique du Nord (entre 74° et 76° de longitude ouest et par 41°,5 de latitude nord), la réalisation, dans la nature, des modifications que j'avais obtenues expérimentalement.

» L'atmosphère de cette île est en effet saturée de vapeur d'eau; l'évaporation marine, très active en été où la température atteint et dépasse même 38° C., entretient au-dessus d'elle un état hygrométrique voisin de l'unité; de plus, la nature marécageuse du sol ne peut que contribuer à maintenir l'humidité atmosphérique.

» L'été dernier j'ai assisté à des tornados qui ont déraciné une grande quantité d'arbres, ce qui m'a permis de constater sur eux un des caractères essentiels que j'avais observés sur les plantes qui, dans mes expériences, avaient développé leur appareil aérien dans un milieu humide, à savoir une grande réduction de l'appareil radiculaire et une absence presque totale de chevelu. Les racines courent à la surface du sol et ne s'enfoncent guère, quelle que soit l'espèce considérée, à plus de trois pieds de profondeur, alors que rien, cependant, dans le sol perméable, n'empêche une pénétration plus profonde.

» C'est même là ce qui explique le peu de résistance des plus grands arbres à l'action du vent et la facilité avec laquelle ils sont déracinés. D'autre part, conformément à mes expériences, la végétation de Long Island présente un développement en hauteur tout à fait caractéristique, et ce développement est particulièrement sensible si l'on compare les espèces européennes qui y végètent à celles qui vivent sous nos climats; leur hauteur est beaucoup plus grande, leurs feuilles et leurs stipules plus larges.

» De plus les feuilles ont une tendance marquée à découper plus profondément leur limbe, mais je réserve pour le moment cette question sur laquelle je compte revenir plus tard afin d'en donner l'explication complète.

» L'influence d'un excès d'humidité est donc ici bien nettement établie, mais un autre fait intéressant à signaler, c'est que, étant données les conditions climatologiques de la région, ces caractères ne sont pas évidents à première vue, car ils sont accompagnés de caractères inverses qui sembleraient au premier abord devoir être attribués à l'influence du facteur sécheresse.

» En effet, ces mêmes végétaux, qui par tant de caractères paraissent avoir si fortement subi l'influence de l'air humide, ont acquis en même temps un appareil protecteur d'une grande puissance et tout à fait comparable à celui des végétaux ayant grandi dans une atmosphère sèche. Le fait est particulièrement marqué chez les cerisiers qui développent à leur surface des couches de suber tellement épaisses qu'on les prendrait volontiers pour des ormes âgés.

» Mais la contradiction n'est qu'apparente et elle tient aux conditions climatologiques qui sont ici très spéciales. Il n'y a, en effet, dans ces régions ni printemps ni automne:

l'été extrêmement chaud succède presque sans transition à un hiver très rigoureux. En été, dans cette atmosphère humide et chaude, les plantes se développent avec une rapidité excessive et prennent tous les caractères dus à l'influence de l'humidité. Mais, dès les premiers symptômes de l'hiver, ces mêmes plantes s'arment contre le froid intense qu'elles vont avoir à subir, multiplient leurs moyens de défense et prennent par conséquent des caractères nouveaux qui paraissent être en opposition avec ceux qu'elles ont acquis pendant l'été.

» Un examen microscopique, même succinct, montre qu'à ce moment les assises génératrices subérophellodermiques fonctionnent avec une très grande activité, entraînant un épaississement rapide de l'écorce et du suber, avec production d'un grand nombre de lenticelles.

» Notons pour terminer que, si le développement des végétaux est beaucoup plus hâtif et plus rapide sur le Long Island que dans nos climats, leur longévité est aussi beaucoup moindre. Il semble que la hâte de leur développement épuise rapidement toute leur énergie vitale. »

PATHOLOGIE VÉGÉTALE. — *Recherches sur la brunissure de la Vigne*. Note de M. L. Ravaz, présentée par M. Prillieux.

« La brunissure a été attribuée aux causes les plus variées. L'année dernière, j'ai montré que cette affection était due à un excès de production. Cette année, j'ai entrepris les expériences de contrôle suivantes :

» *a*. Dans le vignoble de l'École d'agriculture de Montpellier, j'ai choisi une parcelle d'Aramon greffé sur Riparia, d'un quart d'hectare environ d'étendue. Je l'ai divisée en trois parties. La première a été soumise à une taille très courte, la seconde a été taillée comme d'ordinaire, et dans la troisième j'ai laissé à chaque souche un grand nombre de coursons à quatre yeux. Les souches taillées très court ont produit, en moyenne, 3^{kg} par pied : elles n'ont pas présenté trace de brunissure, leur feuillage était encore d'un beau vert longtemps après les vendanges.

» Les souches soumises à une taille modérée ont produit $5^{kg},700$ par pied. La brunissure n'a atteint que quelques ceps très chargés de fruits.

» Les souches soumises à une taille généreuse ont produit en moyenne $6^{kg},890$. La plupart ont été fortement endommagées par la brunissure.

» Enfin, parmi ces dernières, un rang entier a été dépouillé de toutes ses grappes de la floraison : *les souches n'ont pas porté trace de brunissure*.

» Chez les vignes normales, à l'*automne*, les chloroleucites se gonflent, deviennent réticulés et discoïdes. Quand ils se touchent, ils forment dans chaque cellule, contre

ses parois, des plaques réticulées étendues. Les mailles du réseau sont relativement grandes, elles se déchirent et se dissolvent peu à peu; et c'est ainsi que disparaissent les chloroleucites dans les feuilles saines. Dans les feuilles *brunies*, les choses se passent de la même manière. On y trouve tous les termes de passage entre le chloroleucite normal et la plaque réticulée. Celle-ci représente le *Plasmodiophora Vitis* de quelques auteurs.

» Chez les vignes saines, les produits de la dissolution des plaques réticulées disparaissent au fur et à mesure de leur formation. Chez les feuilles brunies, la rapidité avec laquelle le contenu cellulaire s'altère, par suite de sa déminéralisation, en empêche la migration; ils restent donc, dans les cellules, partie provisoirement en dissolution, partie déjà transformés en granulations amorphes très serrées ou en globules. Réunies en masses très finement granuleuses, ils constituent la forme plasmodique du *Pseudocommis Vitis*, et en petits globules, jaunes ou bruns, la forme *céroïde* du même pseudo-champignon. Le *Plasmodiophora Vitis*, le *Pseudocommis Vitis* sont donc issus du grain chlorophyllien et du contenu cellulaire.

» Les altérations les plus caractéristiques de la brunissure apparaissent surtout à la face supérieure des feuilles; elles ne se montrent exclusivement à la face inférieure que si la feuille est retournée; et c'est ce fait qui a amené M. Ducomet à attribuer la brunissure aux variations brusques des conditions météoriques.

» Il est de toute évidence que les conditions météoriques jouent un rôle dans la manifestation des symptômes visibles de la maladie. Pour le connaître, j'ai disposé les expériences suivantes :

» *Quatre* souches chargées de fruits ont été maintenues couvertes *par moitié* avec une planche de largeur suffisante. La moitié du feuillage et des fruits de chacune d'elles n'a donc pas reçu, depuis le 15 juillet jusqu'après les vendanges, la lumière directe du soleil : feuilles et grappes se sont développées à l'ombre. L'autre moitié du feuillage et des grappes est restée à l'air libre.

» Le feuillage ombragé de *deux* de ces souches a été arrosé chaque soir, afin de produire une sorte de rosée artificielle et d'apprécier le rôle de l'humidité. Le feuillage ombragé des deux autres souches n'a pas été arrosé.

» *La brunissure s'est déclarée seulement sur les rameaux placés à l'air libre;* à l'ombre, les feuilles sont restées d'un beau vert.

» J'ai fait analyser comparativement les rameaux développés à l'ombre et ceux qui sont demeurés à l'air libre. Voici les résultats de ces analyses, exprimés en pour 100 des matières sèches :

	Rameaux développés à l'air libre et brunis.		Rameaux développés à l'ombre et verts.	
	Sarments.	Feuilles.	Sarments.	Feuilles.
Azote	0,57	1,51	0,56	1,54
Acide phosphorique	0,27	0,26	0,25	0,26
Potasse	0,57	0,38	0,57	0,31
Chaux	1,94	5,81	1,83	5,60
Magnésie	0,28	0,79	0,34	0,94

» Ces chiffres montrent qu'il n'y a pas de différence de composition appréciable entre les uns et les autres. En conséquence, l'insolation ne semble pas favoriser d'une manière notable la migration des substances minérales et, d'autre part, les lésions superficielles du feuillage qui caractérisent la brunissure sont dues à l'action des rayons solaires sur les tissus des feuilles appauvris par la production.

» *En résumé,* la brunissure est un cas particulier de l'appauvrissement de la plante amené par la production. Elle est d'autant plus intense que la production est plus considérable par rapport à la masse totale de la souche. Il est donc facile d'éviter cette affection, soit en *diminuant* la production, soit en *augmentant* la végétation, soit en faisant usage de fumures riches en potasse. Il résulte aussi de cette étude que la brunissure est une affection des vignes jeunes, qu'elle s'atténue à mesure que la souche se développe; et c'est sans doute pour cette raison qu'elle n'a pas été signalée avant la reconstitution des vignobles détruits par le phylloxéra. »

GÉOGRAPHIE PHYSIQUE. — *Sur l'évolution du relief du Plateau de Mehedinti (Roumanie).* Note de M. E. DE MARTONNE, présentée par M. de Lapparent.

« La plus grande partie du district de Mehedinti et une partie du district de Gorju (Roumanie) sont formées par un plateau de 500^m d'altitude moyenne, très mal connu encore au point de vue géographique, bien qu'il ait éveillé déjà l'attention des géologues par ses richesses minières et la variété des terrains qu'on y rencontre (Draghiceanu, Sabba Stefanescu, Mrazec).

» Dominée à l'ouest par les sommets des Hautes Karpates qui forment la frontière entre la Roumanie et la Hongrie, limitée à l'est par les collines tertiaires, au sud par la vallée du Danube et au nord par celle du Matru sec, cette région est constituée en majeure partie par des terrains cristallophylliens fortement plissés, avec plusieurs traînées de calcaires jurassiques orientées du nord-nord-est au sud-sud-ouest et accompagnées d'un complexe de couches schisto-gréseuses avec quelques bancs de calcaire bleu d'âge secondaire (crétacé d'après les géologues roumains, plus probablement liasique comme les formations analogues du Banat). Tous ces terrains sont affectés de plis aigus déjetés vers l'est, passant à des plis-failles avec chevauchement constant. De ces dislocations, la topographie actuelle n'offre plus aucune trace. L'aspect de la région est celui d'un plateau nivelant uniformément tous les terrains, et entaillé par de profondes vallées en gorge. C'est une pénéplaine typique. Des sommets isolés, généralement mais non toujours calcaires, s'élèvent çà et là. Ils sont connus dans le pays sous le nom commun de *cornets*. Alignés dans la direction des anciens plissements, qui est encore celle des vallées principales, ils ne correspondent ni à une dislocation tecto-

nique spéciale, ni à un affleurement local, mais sont des témoins d'une ancienne période d'érosion. Les *cornets* roumains seraient l'équivalent des *monadnocks* américains. La rivière Bahna, qui ne draine actuellement qu'une faible partie du plateau, en a probablement été jadis l'artère maîtresse; le détournement d'une partie des eaux vers l'est au profit de la Topolnita et de la Cosustea est l'œuvre d'une période d'érosion récente et est peut-être dû à l'extension des formations calcaires.

» Nous croyons pouvoir esquisser ainsi l'histoire du plateau de Mehedinti. Pendant le Miocène inférieur et jusqu'au Tortonien, la région était, ainsi qu'une bonne partie du massif ancien qui forme actuellement les Alpes de Transylvanie et dont le plissement était déjà depuis longtemps un fait accompli, une pénéplaine, dont les points les plus bas sont recouverts de sédiments détritiques marquant un rivage, surtout à l'est (conglomérats tortoniens). Le Sarmatien marque un soulèvement d'ensemble du massif ancien, comme j'aurai l'occasion de le montrer prochainement. A ce mouvement, le plateau de Mehedinti ne prend que faiblement part. Une faille encore bien marquée dans la topographie le sépare des Hautes Karpates. L'allure des conglomérats tortoniens prouve cependant qu'il a été alors soulevé. A Dâlbocita, ils sont inclinés de 15° à 20° vers l'est, la surface de contact avec le cristallin offrant une pente de 30° à 35°. Entre Severinu et Gura Văi, ils montrent une flexure correspondant sans doute à une faille orientée nord-sud, affectant en profondeur le soubassement cristallin avec affaissement vers la région valaque. Le Pontien repose partout en discordance sur le Tortonien.

» Un autre fait nouveau très important est que les conglomérats sont nivelés par la même surface topographique, à peine inclinée de quelques degrés vers l'est, que la pénéplaine cristalline. Il faut donc admettre que la période d'érosion qui s'étend pendant la fin du Miocène a fait disparaître en partie la pénéplaine paléogène, au moins dans la partie orientale du plateau. C'est alors qu'il faut placer sans doute la capture de la Bahna par la Tapolnita à la faveur d'influences de Karst (soutirement des sources par érosion souterraine). Cette capture était d'autant plus aisée que la Bahna n'avait pas alors le niveau de base très déprimé que lui assure le creusement des Portes de Fer.

» Enfin, pour expliquer le relief actuel, il faut admettre un nouveau mouvement d'exhaussement en masse avec le Pliocène (Plaisancien). A ce mouvement aurait participé presque toute la Valachie occidentale (Olténie), tandis que, ainsi que je l'ai montré (*Comptes rendus*, 6 mai 1901), la Valachie orientale (Munténie) était et est restée encore plutôt une aire d'affaissement. Il est nécessaire d'admettre ce mouvement d'exhaussement

de l'Olténie pour expliquer la localisation du Plaisancien en Munténie et Moldavie méridionale. La nouvelle période d'érosion ainsi déterminée a amené le creusement en gorge des vallées qui entament le plateau, ce qui en fait, malgré sa faible élévation, une des régions les plus sauvages de la Roumanie. Les communications sont très difficiles, la population très réduite. Les habitations et cultures sont à peu près limitées aux traînées calcaires jurassiques. Le cristallin et les schistes liasiques (?) sont couverts de maigres bois ou de landes.

» Il est permis de croire que les faits mis en lumière par l'étude du plateau de Mehedinti pourront servir à éclaircir certains problèmes de la structure des Karpates méridionales. Dès à présent je puis signaler que le plateau de Mehedinti semble avoir sa continuation au nord de Baïa de Arama sous la forme d'un plateau très raviné d'une altitude moyenne de 700^m, qui constitue le soubassement sur lequel s'élève la crête de Piatra Closanilor. Ce sommet, dont on est porté à s'exagérer l'importance à cause de son isolement, n'est qu'un *cornet* plus élevé. »

GÉOLOGIE. — *Sur les failles et les ondulations des couches secondaires et tertiaires dans la vallée inférieure du Loir.* Note de M. **Jules Welsch**, présentée par M. Michel Lévy.

« Les études géologiques que j'ai poursuivies, pendant ces dernières années, pour le Service de la Carte géologique, sur la partie nord de la feuille d'Angers et sur différents points voisins des feuilles de La Flèche, du Mans et de Tours, m'ont donné quelques résultats intéressants sur la tectonique de cette partie sud-ouest du Bassin parisien.

» Les dislocations des couches sont très difficiles à suivre, à cause des assises sableuses qui constituent la majeure partie du pays. Ces assises sont des sables verts du Cénomanien, des sables calcaires jaunes et des sables verts du Turonien supérieur, des sables jaunes ou blancs du Sénonien, un terrain de transport des plateaux formé surtout de sables empruntés aux formations précédentes, enfin le terrain de transport des vallées. Ces diverses couches sableuses sont souvent éboulées, ce qui rend pénible la recherche des ondulations des assises, d'autant plus que ces ondulations sont quelquefois peu prononcées.

» Il y a deux systèmes principaux de dislocations : l'un est dirigé ouest-nord-ouest, à peu près suivant la direction sud-armoricaine; l'autre est dirigé du sud-ouest au nord-est.

» I. DIRECTION SUD-ARMORICAINE : 1° *Synclinal de Matheflon à Marcé, Jarzé et sud de Baugé (Lantifert)*. — La tranchée de la gare de Seiches montre une ondulation synclinale du tuffeau turonien; les couches se relèvent au sud-sud-ouest où l'on voit le Cénomanien. Ce dernier repose plus au sud sur les terrains primaires. Le synclinal passe au nord de Montreuil-sur-Loir et au nord de Tiercé; sur la rive gauche de la Sarthe, on voit les assises cénomaniennes plonger de Briollay vers Tiercé.

» Au sud, il y a l'indication d'un léger pli anticlinal que je considère comme passant à Bourgueil, dans le coin nord-est de la feuille de Saumur.

» 2° *Faille anticlinale de Bassetais.* — Au nord de Seiches, les couches sont horizontales, puis se relèvent dans la grande tranchée de Bourgneuf; on voit le Cénomanien à Brignac. Ce relèvement se traduit dans le relief par la ligne des coteaux de la Chapelle-Saint-Laud. Il y a une faille importante en relation avec cette ondulation anticlinale, c'est celle de Bassetais; très visible sur la rive droite du Loir, entre Huillé et Baracé. L'effondrement est au sud, où les calcaires à *Ostrea biauriculata* butent contre les schistes argileux primaires, avec une dénivellation de 100^{m} au moins.

» 3° *Synclinal de Durtal.* — La vallée du Loir montre ensuite le plongement au nord-nord-est du Lias et du Bajocien jusqu'à Durtal et Gouis.

» Ce synclinal se prolonge vers l'est-sud-est, où il renferme des calcaires lacustres éocènes de Baugé à Broc et des faluns miocènes à Noyant; il se poursuit vers le sud de Tours.

» 4° *Anticlinal du sud de La Flèche et de Dissé-sous-le-Lude.* — A 3^{km} au sud de La Flèche, entre Cré-sur-Loir et Le Mélinais, les sables cénomaniens sont épais et atteignent l'altitude 75 à 80, tandis que le Cénomanien supérieur se retrouve à une altitude inférieure au nord et au sud. Près de Dissé-sous-le-Lude, cet anticlinal amène un relèvement brusque des couches lacustres éocènes contre les sables sénoniens qui les bordent au nord. L'axe passe plus loin au nord du château de Maulne et se continue par la boutonnière de Souvigné, sur la feuille de Tours, où l'Oxfordien apparaît.

» 5° *Synclinal du Lude.* — La craie turonienne forme ensuite un synclinal que suit la vallée du Loir, depuis la Chapelle-aux-Choux jusqu'à Luché. Cette ondulation concave renferme l'îlot lacustre de Couesmes, sur la feuille de Tours.

» 6° *Faille anticlinale d'Aubigné* (Sarthe). — Les couches sénoniennes, turoniennes, cénomaniennes se relèvent ensuite régulièrement au nord-nord-est et laissent apparaître le substratum oxfordien, au sud-ouest d'Aubigné. C'est l'indication d'un anticlinal qui est rompu par une faille parallèle à l'axe. Cette faille abaisse brusquement les sables cénomaniens au nord-nord-est de l'Oxfordien; elle passe immédiatement au sud de la gare d'Aubigné, entre le village de La Loute et l'ancienne carrière des fours, aux Blanchelières, etc. Cet accident se prolonge dans la direction du nord de Bousse.

» II. FAILLES ET ONDULATIONS DE DIRECTION SUD-OUEST-NORD-EST. — Ce deuxième système n'est pas perpendiculaire sur le précédent, il paraît plutôt grossièrement parallèle à la bordure du massif ancien, de Sablé à la forêt de Perseigne.

» *Pli anticlinal faillé de Clefs* (Maine-et-Loire). — Les assises crétacées plongent au sud-est dans les environs de Clefs, entre La Flèche et Baugé; le Turonien supérieur se montre entre la vallée des Cartes et il n'affleure pas au nord-ouest, à partir de Clefs. La faille passe à l'ouest du bourg et elle est dirigée nord-est.

» Ce pli faillé est en rapport avec l'abaissement du Tuffeau turonien entre La Flèche et Luché, sur la rive droite du Loir. Son influence se traduit dans la partie sud-est de la faille de La Flèche par certains alignements dans le relief. Plus au nord-est, cet axe faillé doit se continuer par la faille de la Roche de Tloché dans le Belin et doit être en relation avec les failles de l'Huisne et de Nogent-le-Rotrou, connues depuis longtemps.

» Au sud-ouest, la faille de Clefs se retrouve dans le relief, passe à la Haute-Brosse d'Echemiré où le Bajocien affleure, puis à Sermaise, où il en est de même. C'est donc un accident remarquable dont la longueur dépasse 100^{km}.

» *Faille de Lardière.* — Au nord du Loir, entre Durtal et Châteauneuf-sur-Sarthe, la vallée du Rodiveau montre une faille qui fait buter le Cénomanien contre les schistes argileux siluriens. Je ne l'ai point suivie. »

CHIMIE BIOLOGIQUE. — *Sur une albumine extraite des œufs de poissons; chimie comparée des productions sexuelles dans la même espèce.* Note de M. L. **Hugounenq**, présentée par M. Armand Gautier.

« Les matières albuminoïdes des œufs de poissons présentent un double intérêt : elles diffèrent des albumines contenues dans l'œuf des oiseaux, ensuite leur étude permet des comparaisons instructives entre les productions sexuelles de la même espèce, la composition chimique du sperme de certains poissons et particulièrement la constitution des protamines étant aujourd'hui connues. C'est là ce qui m'a conduit à entreprendre sur l'œuf du hareng (*Clupea harengus*) une série de recherches qui, plus tard, seront sans doute de quelque intérêt pour la chimie, encore si obscure, de la fécondation.

» J'ai mis en œuvre 200 ovaires de harengs salés (environ 3^{kg} de matière), dont l'analyse immédiate m'a fourni les résultats suivants rapportés à la substance sèche et débarrassée des sels (eau et sels représentant ensemble 65 pour 100 du poids total des ovaires) :

Lécithines (calculées en lécithines distéariques)	6,53 pour 100
Graisses	10,33 »
Kératine	2,27 »
Corps protéique	81,47 »

» L'albumine a été isolée en épuisant la matière par les divers dissolvants; le résidu a été dissous dans la soude très diluée et reprécipité par l'acide chlorhydrique. Ce traitement a été renouvelé plusieurs fois; finalement, la mature a été purifiée par dialyse et par précipitation à l'aide de l'alcool.

» Le produit principal, l'albumine, que je désignerai sous le nom de *clupéovine,* présente toutes les réactions générales des matières protéiques et est précipité par leurs agents habituels de précipitation.

» Il est insoluble dans l'eau, très soluble dans les alcalis étendus; l'acide chlorhydrique en petite quantité donne une solution opaline, immédiatement précipitée par un léger excès d'acide. La clupéovine en solution alcaline est lévogyre ($\alpha_D = -57,4$) (pour des solutions au centième). Je n'ai pas réussi à l'obtenir cristallisée.

» La moyenne d'un grand nombre d'analyses assigne à cette substance la composition élémentaire suivante :

C	53,68	pour 100
H	7,38	»
Az	14,64	»
S	0,40	»
O	23,90	»

» La substance contient, en outre, avant dialyse, de très petites quantités de phosphore et de fer. La pepsine chlorhydrique peptonise lentement cette matière.

» Lorsqu'on décompose la clupéovine par l'acide sulfurique à 30 pour 100 à l'ébullition pendant 16 heures, on peut extraire des produits de dédoublement de nombreux dérivés :

Arginine $C^6H^{14}Az^4O^2$	2,7	pour 100
Lysine $C^6H^{14}Az^2O^2$	2,0	»
Histidine $C^6H^9Az^3O^2$	0,4	»
Tyrosine $C^9H^{11}AzO^3$	1,0	»
Leucine $C^6H^{13}AzO^2$	21,2	»
Acides amidés divers (¹)	50,7	»
Produits humiques	22,0	»

» Quelques observations me semblent justifiées par l'examen des résultats qui précèdent.

» C'est ainsi que l'analyse accuse une composition élémentaire sensiblement différente entre l'albumine de l'œuf du hareng et la vitelline de l'œuf de poule. Pour ce dernier corps, Dumas et Cahours ont trouvé :

(¹) Les acides amidés ont été calculés en leucine; le résultat, comme le chiffre des matières humiques, n'est qu'approximatif.

C = 51,8 pour 100; H = 7,1 pour 100; Az = 15,0 pour 100. La teneur en carbone diffère donc de 1,8 pour 100. On constate aussi un écart sensible (un centième environ) dans la teneur en azote de la clupéovine du hareng et de l'ichthuline des œufs de carpe. Les espèces animales ne diffèrent pas seulement par la morphologie; les matières premières de leurs tissus, les albumines, sont également spécifiques, comme l'enseigne depuis longtemps M. A. Gautier, ce qui permet de prévoir un nombre immense de substances protéiques distinctes.

» Un second point mérite également d'attirer l'attention. Si l'on étudie parallèlement la composition de l'œuf du hareng et celle du sperme de la même espèce, on constate que l'œuf renferme une matière albuminoïde faiblement acide, de composition complexe, capable de fournir de nombreux acides amidés, dont je poursuis actuellement l'étude. Mais, parmi ces acides amidés, les diamines, ou bases hexoniques, composés fortement basiques, ne représentent guère que 5 pour 100 du poids total.

» Le sperme du hareng fournit, au contraire, comme l'a établi Kossel, une protamine, la clupéine, de constitution relativement simple, ce composé se résolvant, par hydrolyse, en arginine (82,2 pour 100), en sérine et en acide aminovalérique. Or, on sait que l'arginine, élément prédominant de la clupéine, est une base énergique.

» Si donc l'on voulait comparer les produits sexuels, mâle et femelle, du hareng, on trouverait : 1° des éléments communs (lécithines, graisses, sels minéraux), et 2° des composés distincts: pour le sperme, nucléoalbumine et protamine, cette dernière où prédomine pour plus des quatre cinquièmes l'arginine, forte base alcaline; pour l'œuf, une albumine complexe, faiblement acide, voisine des vitellines du jaune d'œuf des oiseaux.

» Qu'elle provienne du dédoublement de l'albumine de l'œuf ou de la protamine du sperme, l'arginine présente un pouvoir rotatoire de même sens : elle est dextrogyre dans les deux cas. La leucine est lévogyre. »

MÉDECINE. — *L'autolyse des tissus de l'organisme animal et la genèse des phénomènes morbides*. Note de M. A. Charrin, présentée par M. d'Arsonval.

« Au cours de différentes maladies, surtout quand il s'agit de formes chroniques, au moment où la mort survient, fréquemment divers organes sont plus ou moins altérés; parfois, dans un viscère donné, seuls quelques

éléments anatomiques apparaissent suffisamment conservés pour jouer le rôle physiologique qui leur est dévolu.

» Laissant en partie de côté les troubles afférents à la fonction dominante d'un appareil déterminé, il est intéressant de rechercher si, d'une part, entre ces lésions à début souvent ancien ou les modifications qui les accompagnent et, d'autre part, les désordres morbides observés, il n'existe pas quelques relations.

» Faisant abstraction des processus microbiens en raison des complexités (actions directes, réactions, etc.) inhérentes aux bactéries ou à leurs toxines, nous avons conservé, sous une épaisse couche de toluène ou d'huile stérilisée, dans des solutions aqueuses minéralisées à titre isotonique, des organes (reins, foie) aseptiquement recueillis à l'instant même de la mort des animaux (chiens, lapins). Dans ces conditions, tous les 6 ou 8 jours, on examinait la structure des tissus, leur teneur en produits spéciaux (diastases, etc.), la toxicité de leurs extraits, etc. ([1]). Le rein, plus commodément stérilisable extérieurement que la glande biliaire plus volumineuse, à surface moins lisse, a fait l'objet de la plupart de ces recherches.

» En opérant de cette façon, au bout de 2 ou 3 semaines environ, on voit ordinairement diminuer puis disparaître un principe coagulant existant habituellement dans le rein du chien. Quand, en effet, on introduit dans les veines d'un lapin les matériaux cédés à l'eau salée par ce rein, on tue promptement l'animal par thrombose; il est même à craindre que des accidents mortels, considérés par plusieurs auteurs étudiant le pouvoir nocif des tissus comme purement toxiques, aient cette origine mécanique.

» Déjà, de par cette donnée on comprend comment, au point de vue de leur genèse et par suite de leurs manifestations, les troubles pathologiques subissent l'influence des modifications successives imprimées aux tissus; dans ce cas particulier, cette influence s'exerce avec d'autant plus de netteté que souvent certaines substances dérivées de ces viscères en voie de dégénérescence, d'autolyse, retardent la coagulation du sang. D'ailleurs, les changements enregistrés dans les propriétés nuisibles des éléments qui constituent ces organes de plus en plus altérés reconnaissent d'autres causes.

» Normalement le rein renferme une foule de corps, entre autres des diastases (sucrase, oxydases, amylase, etc.). Or, dans une première série d'expériences, après 15 à 18 jours de conservation, cette sucrase a fait défaut; dans une seconde série de recherches, c'est tout d'abord cette oxydase qui a disparu.

([1]) Comme beaucoup d'autres, ces expériences offrent, avec les processus intra-organiques, nombre de différences; aussi avons-nous quelquefois, pour ainsi dire, contrôlé leurs résultats en examinant des organes empruntés à des sujets atteints d'affections chroniques à diverses périodes de leur évolution.

» A cette période, les contours des cellules manquent de précision; leur protoplasma est granuleux; des noyaux se colorent imparfaitement, etc. La rapidité ou la lenteur de ces modifications histologiques, liées à nombre de conditions (température, composition du liquide de conservation, état de l'animal à l'instant où l'on a emprunté la glande, etc.) exercent, on le conçoit, une action marquée sur les dates des disparitions de ces ferments, dates, du reste, assez variables; tels de ces ferments, par exemple les agents protéolytiques du foie en cours d'autolyse graisseuse, résistent très longtemps (Ducceschi). Cependant, en général, à mesure que les lésions cellulaires s'accentuent, ces composés deviennent de plus en plus rares. Par contre, comme nous l'avons constaté avec Rosenfeld, des acides, surtout des acides gras, naissent ou augmentent; des corps amidés (leucine, tyrosine, etc.), des peptones, etc. se développent; des cyto-toxines correspondant à l'organe en régression apparaissent [1]; en outre, si l'on poursuit plus avant cette analyse, avec Kutscher et Lohmann, on décèle de la lysine, de l'arginine, de l'histidine, de la choline (autolyse du pancréas), provenant vraisemblablement des lécithines disloquées.

» Faciles à étendre, ces recherches suffisent à montrer comment ces changements successifs, liés aux processus autolytiques des tissus, sont aptes à engendrer des phénomènes morbides et à dégager la complexité du mécanisme de ces phénomènes (oscillations thermiques, etc.). Avant tout, les anomalies de la fonction dominante de l'appareil intéressé (pour le rein, les troubles de la sécrétion urinaire et leurs conséquences) sont naturellement, du moins en partie, sous la dépendance de ces effets de l'autolyse. — En second lieu, apportées par le sang et, à l'exemple de la papaïne fixée par la fibrine, retenues par les cellules ou bien, comme tend à l'établir la persistance de quelques-unes d'entre elles à une époque où les éléments hématiques ne subsistent plus, engendrées sur place, les diastases décelées suivant leur nature accomplissent telle ou telle opération (dédoublement, hydratation, peptonisation, réduction, oxydation, synthèse, etc.) propre à activer l'élaboration de la matière; leur disparition entrave les processus physiologiques et conduit aux accidents pathologiques. — En troisième lieu, par eux-mêmes ou indirectement (formation de sels détournant certaines bases, principalement des bases minérales, de leurs importantes fonctions), les acides développés sous l'influence de

(1) Expérimentalement, avec Delamare et Levaditi, j'ai reconnu que les sucs, les molécules, les parcelles, parfois des cellules entières d'un viscère altéré, en autolyse, passent dans la circulation; ces sortes d'auto-injections provoquent des réactions génératrices de ces cyto-toxines, cyto-toxines qui, dans ce cas (l'animal fournisseur du produit qui pénètre étant celui qui réagit), se révèlent à la vérité peu actives.

l'autolyse sont nuisibles; en dehors de ces acides, d'autres composés également en rapport avec cette dégénérescence (corps amidés, cytotoxines surtout offensives dans le cas d'organes pairs, etc.) déterminent une série de désordres.

» En somme, l'autolyse d'un viscère engendre des troubles morbides par des procédés multiples : atteintes portées à la fonction capitale de ce viscère, disparition de principes utiles (diastases) à des actes physiologiques, genèse ou augmentation de composés nuisibles. Ces processus se développent à mesure que l'organe s'altère, autrement dit que le mal évolue; on conçoit comment sous cette influence tel symptôme disparaît, tandis que tel autre apparaît. ».

THÉRAPEUTIQUE. — *État colloïdal des métaux dans les eaux minérales; oxydases naturelles, leur action thérapeutique.* Note de M. F. GARRIGOU, présentée par M. Armand Gautier.

« Dès 1875 (Analyse de la *Source vieille* des Eaux-Bonnes) (¹) j'avais signalé l'existence, dans les eaux minérales, de deux matières organiques, complètement différentes : l'une, cristalloïde, traversait le dialyseur; l'autre, colloïde, à laquelle j'avais conservé ce nom, et qui ne traversait pas.

» En étudiant séparément chacune de ces substances, j'avais constaté que la plupart des métaux lourds contenus dans les eaux minérales se maintenaient du côté de la matière colloïde et ne se révélaient à l'analyse qu'après destruction de cette matière organique par le feu.

» Depuis, j'ai toujours fait précéder la recherche des métaux proprement dits de la destruction de la matière organique par calcination. On opère sur de grandes masses de résidus d'eaux minérales et, pour ne pas perdre de métaux volatils, ces résidus, après avoir été séchés à 130°, sont mélangés d'acide oxalique sec et distillés au rouge, dans le vide, dans une cornue de porcelaine. Les parties volatiles sont entraînées dans un gros tube de verre et un flacon vide, et le résidu fixe de la cornue est ensuite traité séparément pour la recherche des métaux. Bien souvent c'est seulement après cette opération que l'on peut déceler dans les eaux minérales des métaux qui échapperaient sans ces précautions.

(¹) *Journal des Eaux-Bonnes.*

» Les matières colloïdes spéciales, très certainement combinées à ces métaux, constituent de véritables oxydases *naturelles*, dont les propriétés sont celles des oxydases *préparées* par MM. Trillat, Lumière, Cornevin, examinées au point de vue clinique par MM. Albert Robin et Bordet, et que ces savants ont décrites dans leurs Notes aux *Comptes rendus*.

» Il y a là, au point de vue de la thérapeutique thermale et de l'analyse complète des eaux minérales, une précieuse indication pratique que ma longue expérience me permet de mettre en relief ([1]).

» Lorsqu'on se trouve en présence de malades ayant subi des affections infectieuses débilitantes, anémiantes, affections ayant beaucoup diminué le pouvoir oxydant de leurs tissus, l'on doit, après examen métalloscopique et constatation de l'état de pauvreté de leurs urines en produits azotés oxygénés, les envoyer à ces eaux riches en métaux et en matières organiques colloïdales. Il se produit souvent chez eux, par leur usage, de véritables débâcles d'acide urique et d'urée qui sont le point de départ de guérisons quelquefois inespérées.

» Tel est le mécanisme par lequel les oxydases naturelles d'un grand nombre de sources minérales paraissent guérir des affections multiples, faits hier encore inexplicables et à l'exagération desquels il était permis de croire. Les découvertes des savants ci-dessus nommés et les résultats de mes recherches chimiques les expliquent aujourd'hui d'une manière tout à fait satisfaisante. »

MÉDECINE. — *Sur un appareil mécanique permettant la trépanation et le massage vibratoire.* Note de M. **Bercut**, présentée par M. d'Arsonval.

« Le présent appareil est un perfectionnement de celui que j'ai présenté le 27 octobre 1903 par l'intermédiaire de M. Lannelongue.

» Il repose sur les mêmes principes : un ressort d'horlogerie comme moteur, restituant l'énergie accumulée par le remontage, dans un volant en mouvement, sous forme de force vive.

» Cet appareil est muni d'un flexible qui permet d'opérer à distance avec les appareils les plus divers : trépan, scie circulaire ou alternative, fraises de différentes formes, appareils vibratoires, etc.).

([1]) Voir *Synthèse hydrologique*, t. II, p. 336. Rueff, éditeur; 1896.

» Les perfectionnements apportés sont les suivants :

» 1° Le remontage ne se fait plus au moyen d'une clef, mais, plus aisément, à l'aide d'une poulie à gorge qui tourne folle et sur laquelle est une corde métallique capable d'être mue de l'extérieur de la boîte qui renferme l'appareil. Dans le moyeu de cette poulie est un ressort spiral qui la rappelle constamment dans la même position après que l'on a exercé une traction sur la corde.

» 2° La mise en marche et l'arrêt de l'appareil se faisaient primitivement au moyen d'une vis qui était fixée sur la boîte et faisait pression sur le volant. Avec ce système l'opérateur était obligé d'interrompre son travail pour l'arrêter ou le remettre en mouvement. J'ai obvié à cet inconvénient en mettant un frein qui appuie constamment sur le volant et qui est sollicité par un ressort à boudin. Ce frein maintient normalement le mouvement au repos. L'extrémité du levier qui constitue le frein vient appuyer contre une poche à air reliée par un tube extérieur en caoutchouc à une poire; cette poire est posée sur le sol à proximité du pied de l'opérateur qui fait pression sur la balle pour mettre l'appareil en mouvement et retire le pied pour l'arrêter.

» L'appareil actuel est beaucoup plus fort quoique peu volumineux. Il est capable, en quelques secondes, de faire la trépanation, toutes les perforations osseuses; de faire manœuvrer des scies circulaires et rectilignes; en un mot toutes les opérations pour lesquelles jusqu'à ce jour on employait des moteurs électriques nécessitant une installation spéciale. »

M. René de Saussure adresse un Mémoire « Sur le mouvement le plus général d'un corps solide qui possède deux degrés de liberté ».

A 4 heures un quart l'Académie se forme en Comité secret.

La séance est levée à 4 heures trois quarts.

G. D.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

Ouvrages reçus dans la séance du 21 mars 1904.

Rapport du Comité météorologique international : Réunion de Southport, 1903, publié par le Bureau central météorologique de France. Paris, Gauthier-Villars, 1904; 1 fasc. in-8°. (Présenté par M. Mascart.)

La théorie de Maxwell et les oscillations hertziennes; la télégraphie sans fil, par H. Poincaré. 2e édition. Paris, C. Naud, 1904; 1 fasc. in-8°. (Hommage de l'auteur.)

Congrès d'Horticulture de 1904, à Paris : Règlement. Paris, imp. L. Maretheux; 1 fasc. in-8°.

Annales de la Faculté des Sciences de Marseille; t. XIII. Paris, Masson et Cie, 1903; 1 vol. in-4°.

Annales des Ponts et Chaussées; 74e année, 8e série, t. IV, 1er cahier : 2e partie, janvier 1904. Paris, E. Bernard; 1 fasc. in-8°.

La Revue (ancienne *Revue des Revues*); n° 1, 1er mars 1904. Paris; 1 fasc. in-8°.

International Catalogue of scientific Literature, published for the International Council by the Royal Society of London; second annual issue : B. *Mechanics; C. Physics; E. Astronomy;* R. *Bacteriology.* Londres, Harrison et fils, 1903; 4 vol. in-8°.

The cartouches of Mars, by Percival Lowell. (Extr. des *Proceedings american philosophical Society;* vol. XLII, n° 174.) Boston, 1903; 1 fasc. in-8°.

Les Ficus *de la flore de l'État indépendant du Congo*, par O. Warburg et Em. de Wildeman; fasc. I, p. 1 à 36, pl. I-XXVII. (*Annales du Musée du Congo : Botanique*, série VI.) Bruxelles, Spineux et Cie, 1904; 1 fasc. in-f°.

The breadfruit, by Henry-E. Baum, together with a *biographical sketch of the author*, by W.-E. Safford. Washington; H.-L. Mc Queen, 1904; 1 fasc. in-8°.

The available energy of timothy hay, by Henry Prentiss Armsby and J.-August Fries. (U. S. Department of Agriculture. Bureau of animal industry; bull. n° 51.) Washington, 1903; 1 fasc. in-8°.

Les essais de filtrage à Alexandrie (*Égypte*). *Rapport sur l'efficacité du filtre Jewell*, par le Dr H. Bitter, avec un *Historique résumé de la Compagnie des Eaux à Alexandrie*, par H.-R.-C. Blagden. New-York, Jewell export filter Company, 1903; 1 fasc. in-8°.

Informes presentados a la Secretaria de Fomento por el Director del Observatorio astronomico nacional sobre los trabajos del establecimento, desde 1° *de enero de* 1902 *a* 30 *juno de* 1903. Mexico, 1903; 1 fasc. in-8°.

Parergones del Instituto geologico de Mexico; t. I, n° 1 : *Los temblores de Zanatepec, Oxaca, a fines de septiembre de* 1902. — *Estado actual del volcan de Tacana, Chiapas*, por Emilio Böse. Mexico, 1903.

Index-catalogue of medical and veterinary Zoology; part. 6 [Authors : F. to Fynney], by Ch. Wardell Stiles and Albert Hassall. Washington, 1904.

Bergens Museums a Arbog, 1903; III. Bergen, 1 vol. in-8°.

Bolletino tecnico della coltivazione dei tabacchi, pub. per cura del R. Istituto sperimentale di Scafati (Salerno); anno III, n° 1, gennaio-febbraio 1904. Portici, 1904; 1 fasc. in-4°.

Ouvrages reçus dans la séance du 28 mars 1904.

Mémoires de l'Académie des Sciences de l'Institut de France; Tome XLVII. Paris, Firmin-Didot et Cie, 1904; 1 vol. in-4°.

Anträge, Berichte und Vorschläge der Königlichen Akademie der Wissenschaften [zu Berlin], die der Generalversammlung der internationalen Association der Akademien in London 1904 vorgelegt werden. 1 fasc. in-4°; 10 exemplaires. (Envoi de l'Académie royale des Sciences de Berlin.)

M. A. Michel Lévy fait hommage des trois Opuscules suivants :

Contribution à l'étude des magmas chimiques dans les principales séries volcaniques françaises : Application de la nouvelle classification quantitative américaine. — Paramètres magnétiques, par M. Michel Lévy, Membre de l'Institut. Paris, Ch. Béranger, 1903; 2 fasc. in-8°.

Étude sur la détermination des feldspaths dans les plaques minces; 3e fascicule : *La zone de symétrie de la macle de l'albite dans les plagioclases,* par A. Michel Lévy, Membre de l'Institut; avec 4 planches. Paris, Ch. Béranger, 1904; 1 fasc. in-8°.

Six mois dans l'Himalaya : Le Karakorum et l'Hindu-Kush, voyages et explorations aux plus hautes montagnes du Monde, par le Dr J. Jacot Guillarmod. Paris, Fischbacher; Neuchâtel, W. Sandoz, s. d.; 1 vol. in-8°. (Présenté par M. de Lapparent.)

Le Service géographique de l'Armée adresse dix feuilles de Cartes nouvellement éditées : *Tunisie,* au 50000e, n° 11; au 100000e, nos 34, 36, 41, 46, 48, 50, 53. — *Algérie,* au 200000e, nos 23, 33.

Grand Atlas universel de Marcks, commencé par feu le professeur Petri, continué et achevé par M. Jules de Schokalsky, adjoint au Président de la Section de Géographie physique à la Société de Géographie russe; fasc. 3. Saint-Pétersbourg, A.-F. Marcks, 1904; 1 fasc. in-f°. (Présenté par M. Grandidier.)

Les fractures des os longs, leur traitement pratique, par les Drs J. Hennequin et Robert Lœwy. Paris, Masson et Cie, 1904; 1 vol. in-8°. (Présenté par M. Lannelongue.)

L'eau de mer milieu organique : Constance du milieu marin originel, comme milieu vital des cellules, à travers la série animale, par René Quinton. Paris, Masson et Cie, 1904; 1 vol. in-8°. (Présenté par M. Edmond Perrier.)

Résultats des Campagnes scientifiques accomplies sur son yacht par Albert Ier, *Prince souverain de Monaco,* publiés sous sa direction avec le concours de M. Jules Richard; fasc. XXV : *Spongiaires des Açores,* par Émile Topsent, avec 18 planches. Imprimerie de Monaco, 1904; 1 vol. in-f°. (Hommage de S. A. S. le Prince Albert de Monaco.)

Les progrès de l'Océanographie, par S. A. S. le Prince Albert de Monaco. Monaco, au Musée océanographique, 1904; 1 fasc. in-8°.

Sur la Carte générale bathymétrique des Océans, Note de MM. J. Thoulet et Ch. Sauerwein. Monaco, au Musée océanographique, 1904; 1 fasc. in-8°.

Revision des Méduses appartenant aux familles Cunanthidæ *et des* Æginidæ *et groupement nouveau des genres,* par M. le Dr O. Maas. Monaco, au Musée océanographique, 1904; 1 fasc. in-8°.

L'assassinat médical, étude critique par Fr. Guermonprez. Paris, J. Rousset, 1904; 1 fasc. in-8°.

Bulletin mensuel du Bureau central météorologique de France, pub. par M. E. Mascart. Membre de l'Institut; année 1904, n° 1, janvier 1904. Paris, Gauthier-Villars; 1 fasc. in-4°.

Bulletin météorologique du département de l'Hérault, pub. sous les auspices du Conseil général; année 1903. Montpellier, 1904; 1 vol. in-4°.

Bulletin de la Société d'Anthropologie de Lyon; t. XXII, 1903. Lyon-Paris, 1904; 1 vol. in-8°.

Bulletin de la Société zoologique de France; t. XXVIII, 1903. Paris; 1 vol. in-8°.

Le caoutchouc et la gutta-percha, organe mensuel du caoutchouc, de la gutta-percha et des industries qui s'y rattachent; 1re année, n° 1, 15 mars 1904. Paris; 1 fasc. in-4°.

Lensgreve Johan-Caspar-Herman Wedel Jarlsberg, 1779-1840, af Dr YNGVAR NIELSEN; t. I-III. Christiania, H. Aschehoug et Cie, 1901-1902; 3 vol. in-4°.

Den norske sindssygelovgivning; forelœsninger af Dr PAUL WINGE. Christiania, A.-W. Brögger, 1901; 1 vol. in-8°.

Gamle Personnavne i norske Stedsnavne; af O. RYGH. Christiania, 1901; 1 vol. in-8°.

M. ANTONIO CABREIRA, à Lisbonne, fait hommage de treize Opuscules sur diverses questions mathématiques.

ERRATA.

(Séance du 18 avril 1904.)

Note de MM. *Favé* et *Carpentier*, Sur un système d'amortisseur barbelé :

Page 965, ligne 27, *au lieu de* barbele, *lisez* barbelé.

Page 967, lignes 9 et suivantes, *au lieu de* la phrase commençant par : Dans cette formule...... et finissant à : diamètre du fil, *lisez* :

Dans cette formule D représente le diamètre du fil, ρ la résistance par unité de surface de la section normale au mouvement et par unité de vitesse; les unités adoptées étant celles du système C. G. S.

N° 17.

TABLE DES AICLES. (Séance du 25 avril 1904.)

RAPPORTS.

NOMINATIONS.

MIRES PRÉSENTÉS.

RRESPONDANCE.

N° 17.

SUITE DE LA TABLE DES ARTICLES.

PARIS. — IMPRIMERIE GAUTHIER-VILLARS,
Quai des Grands-Augustins, 55.

Le Gérant : Gauthier-Villars.

1904

PREMIER SEMESTRE.

COMPTES RENDUS

HEBDOMADAIRES

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES

PAR MM. LES SECRÉTAIRES PERPÉTUELS.

TOME CXXXVIII.

N° 18 (2 Mai 1904).

PARIS,

GAUTHIER-VILLARS, IMPRIMEUR-LIBRAIRE

DES COMPTES RENDUS DES SÉANCES DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES,

Quai des Grands-Augustins, 55.

1904

RÈGLEMENT RELATIF AUX COMPTES RENDUS

ADOPTÉ DANS LES SÉANCES DES 23 JUIN 1862 ET 24 MAI 1875

Les *Comptes rendus hebdomadaires des séances de l'Académie* se composent des extraits des travaux de ses Membres et de l'analyse des Mémoires ou Notes présentés par des savants étrangers à l'Académie.

Chaque cahier ou numéro des *Comptes rendus* a 48 pages ou 6 feuilles en moyenne.

26 numéros composent un volume.

Il y a deux volumes par année.

ARTICLE 1er. — *Impression des travaux de l'Académie.*

Les extraits des Mémoires présentés par un Membre ou par un associé étranger de l'Académie comprennent au plus 6 pages par numéro.

Un Membre de l'Académie ne peut donner aux *Comptes rendus* plus de 50 pages par année.

Toute Note manuscrite d'un Membre de l'Académie ou d'une personne étrangère ne pourra paraître dans le *Compte rendu* de la semaine que si elle a été remise le jour même de la séance.

Les Rapports ordinaires sont soumis à la même limite que les Mémoires; mais ils ne sont pas compris dans les 50 pages accordées à chaque Membre.

Les rapports et Instructions demandés par le Gouvernement sont imprimés en entier.

Les extraits des Mémoires lus ou communiqués par les Correspondants de l'Académie comprennent au plus 4 pages par numéro.

Un Correspondant de l'Académie ne peut donner plus de 32 pages par année.

Les *Comptes rendus* ne reproduisent pas les discussions verbales qui s'élèvent dans le sein de l'Académie; cependant, si les Membres qui y ont pris part désirent qu'il en soit fait mention, ils doivent rédiger, séance tenante, des Notes sommaires, dont ils donnent lecture à l'Académie avant de les remettre au Bureau. L'impression de ces Notes ne préjudicie en rien aux droits qu'ont ces Membres de lire, dans les séances suivantes, des Notes ou Mémoires sur l'objet de leur discussion.

Les Programmes des prix proposés par l'Académie sont imprimés dans les *Comptes rendus*, mais les Rapports relatifs aux prix décernés ne le sont qu'autant que l'Académie l'aura décidé.

Les Notices ou Discours prononcés en séance publique ne font pas partie des *Comptes rendus*.

ARTICLE 2. — *Impression des travaux des Savants étrangers à l'Académie.*

Les Mémoires lus ou présentés par des personnes qui ne sont pas Membres ou Correspondants de l'Académie peuvent être l'objet d'une analyse ou d'un résumé qui ne dépasse pas 3 pages.

Les Membres qui présentent ces Mémoires sont tenus de les réduire au nombre de pages requis. Le Membre qui fait la présentation est toujours nommé; mais les Secrétaires ont le droit de réduire cet Extrait autant qu'ils le jugent convenable, comme ils le font pour les articles ordinaires de la correspondance officielle de l'Académie.

ARTICLE 3.

Le *bon à tirer* de chaque Membre doit être remis à l'Imprimerie le mercredi au soir, ou, au plus tard, le jeudi à 10 heures du matin; faute d'être remis à temps, le titre seul du Mémoire est inséré dans le *Compte rendu* actuel, et l'extrait est renvoyé au *Compte rendu* suivant et mis à la fin du cahier.

ARTICLE 4. — *Planches et tirage à part.*

Les *Comptes rendus* ne contiennent ni planches, ni figures.

Dans le cas exceptionnel où des figures seraient autorisées, l'espace occupé par ces figures comptera pour l'étendue réglementaire.

Le tirage à part des articles est aux frais des auteurs; il n'y a d'exception que pour les Rapports et les Instructions demandés par le Gouvernement.

ARTICLE 5.

Tous les six mois, la Commission administrative fait un Rapport sur la situation des *Comptes rendus* après l'impression de chaque volume.

Les Secrétaires sont chargés de l'exécution du présent Règlement.

Les Savants étrangers à l'Académie qui désirent faire présenter leurs Mémoires par MM. les Secrétaires perpétuels sont priés de les déposer au Secrétariat au plus tard le Samedi qui précède la séance, avant 5h. Autrement la présentation sera remise à la séance suivante.

ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 2 MAI 1904,

PRÉSIDENCE DE M. MASCART.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

PHYSIQUE. — *Action du magnétisme terrestre sur une tige d'acier* invar *destinée à un pendule géodésique.* Note de M. **G. Lippmann.**

« On sait que l'acier au nickel dit *invar* possède la propriété découverte par M. Ch.-E. Guillaume de se dilater par l'action de la chaleur presque vingt fois moins que le laiton. On a donc pensé à employer l'invar pour la construction du pendule géodésique. Mais d'autre part tout acier est magnétique; le magnétisme terrestre doit donc exercer une action directrice sur une tige d'acier, action dont il est difficile de tenir compte, et qui viendrait s'ajouter à l'effet de la pesanteur que l'on veut mesurer.

» L'action du magnétisme terrestre est-elle négligeable devant celle de la pesanteur? Pour résoudre cette question, j'ai exécuté quelques expériences sur une tige d'invar que je dois à l'obligeance de M. Bigourdan.

» Cette tige possède une aimantation notable : ses extrémités repoussent les pôles de même nom d'une aiguille de boussole. Suspendue à un faisceau de fils de soie sans torsion, à la façon d'une aiguille de déclinaison, la tige d'invar se dirige dans le plan du méridien magnétique. Si on l'écarte de sa position d'équilibre, la tige oscille lentement, la durée d'une oscillation double étant $t = 4^m 11^s = 251^s$.

» On peut déduire de cette durée d'oscillation la valeur du moment magnétique de la tige oscillante.

» On a en effet

$$t = 2\pi\sqrt{\frac{K}{MH}}.$$

K, moment d'inertie de la tige, se calcule en fonction de ses dimensions

et de sa densité. La longueur de la tige est de 1^{m}, son diamètre de 8^{mm}, sa densité voisine de 8. L'intensité horizontale H du magnétisme terrestre est égale à 0,2; $t = 251^{s}$. On tire de là

$$M = 1050 \text{ C.G.S.}$$

» Telle est la valeur du moment magnétique de la tige.

» Lorsque celle-ci est verticale, le magnétisme terrestre n'agit que par sa composante verticale V. A Paris V = 0,39. Le couple directeur dû au magnétisme devient

$$MV = 1050 \times 0,39 = 420 \text{ C.G.S.}$$

» Quelle erreur relative commettrait-on en négligeant l'effet du magnétisme terrestre devant celui de la pesanteur? Supposons que la masse de la lentille soit voisine de 2^{kg}. Le couple dû à la pesanteur est égal à $2000 \times 981 \times 100$ ou, en nombres ronds, à 2×10^{8}. L'erreur relative commise en négligeant l'action magnétique est donc égale à $420 : 2 \times 10^{8}$, ou sensiblement à $\frac{1}{500000}$.

» Cette erreur équivaut à une inexactitude de 2^{μ} sur la longueur du pendule à seconde; elle est donc négligeable. En effet, abstraction faite des actions de la température et du magnétisme terrestre, la mesure de la longueur du pendule à secondes comporte diverses causes d'incertitude qui dépassent 2^{μ}.

» Une incertitude de 1° sur la température d'un pendule en laiton implique une incertitude de 18^{μ}, et l'on ne peut répondre du degré. Il y a donc avantage à substituer l'invar au laiton.

» Le moment magnétique de la tige d'invar change quelque peu d'un jour à l'autre. Avant d'exécuter les mesures citées plus haut, j'avais eu soin de placer la tige verticalement pôle nord en bas et de la faire vibrer énergiquement dans le sens longitudinal à coups de marteau, afin de lui faire acquérir la plus forte aimantation possible sous l'action de la Terre; les mesures ont été faites le lendemain de cette opération.

» Si le moment magnétique M varie avec le temps, la composante verticale V du magnétisme terrestre varie avec la latitude. Le produit MV n'est donc pas constant, mais l'erreur commise en négligeant le magnétisme terrestre demeure négligeable.

» Il en est de même, à plus forte raison, si, au lieu d'un pendule à un seul couteau, on considère le pendule à réversion, employé d'ordinaire pour la mesure absolue de *g*. Lorsque l'on fait osciller le pendule à réversion autour de ses deux couteaux successivement, on opère un retourne-

ment, lequel a pour effet d'éliminer la petite erreur due au magnétisme terrestre. Pendant que l'oscillation se fait autour du premier couteau, l'action magnétique est accélératrice; on la compenserait en éloignant le couteau du centre de gravité d'une quantité ε; pendant que l'oscillation se fait autour du second couteau, l'action perturbatrice a changé de signe; on la compenserait en rapprochant le couteau du centre de gravité de la même quantité ε.

» La distance entre couteaux est donc indépendante de l'effet magnétique, et c'est cette distance seule que l'on a à mesurer.

» En résumé, je pense qu'il serait avantageux de substituer le métal invar au laiton, tant pour le pendule à un couteau que pour le pendule à réversion. »

MÉCANIQUE. — *Effet des petites oscillations de l'action extérieure sur les systèmes affectés d'hystérésis et de viscosité.* Note de M. **P. Duhem.**

« Nous avons déjà étudié, dans une Note précédente ([1]), l'effet produit par de semblables oscillations; mais nous nous sommes borné à étudier le cas où les continuels changements de signe de X' laissent à x' un signe invariable. Nous nous proposons d'examiner maintenant ce qui advient lorsque les continuels changements de signe de X' entraînent de continuels changements de signe de x'.

» Dans ce cas, le *tracé complet* se compose de segments d'ascendantes alternant avec des segments de descendantes; chacun de ces segments a pour origine et pour extrémité deux points où x' s'annule; en ces points, l'action totale $(X - \varphi x')$ est identique à l'action observable X; ces points ont donc leurs abscisses comprises entre A_0 et A_1; il en est de même de tous les points du tracé complet.

» $(X - \varphi x')$ est donc constamment compris entre A_0 et A_1; comme X oscille également entre A_0 et A_1, on voit que $\varphi x'$ ne peut, en valeur absolue, surpasser $(A_0 - A_1)$. *Si donc l'amplitude* $(A_0 - A_1)$ *de l'oscillation de l'action extérieure est petite par rapport au coefficient de viscosité* φ, *la vitesse de transformation* x' *ne peut éprouver de continuels changements de signe, produits par les changements dans le sens de variation de l'action extérieure, à moins que cette vitesse de transformation ne demeure sans cesse très voisine de zéro.*

([1]) *Sur les propriétés des systèmes affectés à la fois d'hystérésis et de viscosité* (*Comptes rendus*, t. CXXXVIII, p. 942, séance du 18 avril 1904). Nous garderons ici les notations définies en cette Note.

» Si l'on réunit ce résultat à celui qui a été obtenu dans notre Note précédente, on voit que *les petites oscillations de l'action extérieure n'ont qu'une influence négligeable sur les transformations d'un système dont le coefficient de viscosité est grand par rapport à l'amplitude de ces oscillations.*

» La traction des métaux mous, selon les observations de M. Lenoble et de M. Bouasse, et, plus encore, la traction du caoutchouc vulcanisé, selon les observations de MM. Bouasse et Carrière, sont des phénomènes où se manifeste très nettement, à côté de l'hystérésis, une très notable viscosité. De nombreuses et petites variations de la charge autour d'une valeur moyenne invariable auront donc, sur la vitesse d'allongement des corps dont nous venons de parler, une influence faible ou nulle; c'est ce qu'ont constaté les divers observateurs que nous avons nommés.

» Les propositions que nous venons d'établir permettent, dans certains cas, de reconnaître que la viscosité est négligeable en un certain système et que les modifications de ce système dépendent surtout de l'hystérésis.

» Ainsi, M. van Bemmelen, en étudiant l'hydratation de certains précipités gélatineux aux dépens de la vapeur d'eau, a noté ([1]) que le précipité commençait par s'hydrater quel que soit le sens des petites variations éprouvées par l'état hygrométrique; puis, lorsque le précipité a atteint une certaine teneur en eau, il s'hydrate lorsque l'état hygrométrique de l'enceinte subit un léger accroissement, tandis qu'il se déshydrate, mais en moindre proportion, lorsque l'état hygrométrique décroît. Cette observation, rapprochée de la proposition établie en la présente Note, montre que l'action de viscosité joue, dans l'hydratation des précipités gélatineux, un rôle négligeable; cette hydratation dépend presque exclusivement de l'hystérésis, comme nous l'avons supposé dans la Théorie que nous en avons donnée ([2]). »

PHYSIQUE DU GLOBE. — *Travaux géodésiques et magnétiques aux environs de Tananarive.* Note du P. **Colin.**

« I. Chargé, en 1903, de coopérer à l'exécution d'une Carte à grande échelle de la région sud, sud-est et est avoisinant Tananarive, j'ai triangulé

([1]) Van Bemmelen, *Die Absorption,* IVte Abhandlung : *Die Isotherme des kolloïdalen Eisenoxyds bei* 15° (*Zeitschrift für anorganische Chemie,* Bd. XX, 1899, p. 201).

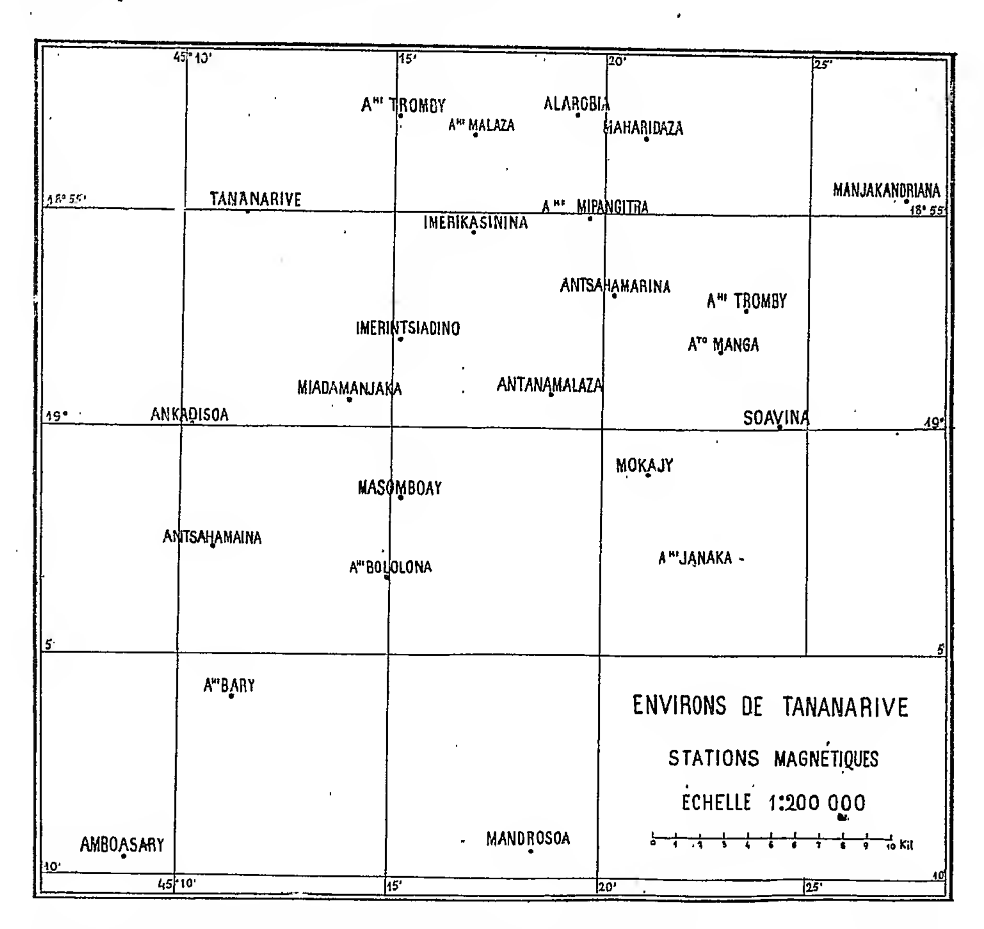
([2]) *On the emission and absorption of water-vapor by a colloïdal matter* (*Journal of physical Chemistry,* vol. IV, 1900, p. 65).

et couvert de 105 stations un secteur rectangulaire de 30^{km} de rayon, déjà compris dans mon ancien réseau géodésique.

» Les azimuts pris avec le théodolite de Brunner s'élèvent au nombre de 1833; les distances zénithales, au nombre de 807. La majeure partie des triangles a pour sommet la coupole actuelle de l'Observatoire qui est située 14^m plus au sud que l'ancienne coupole, et à 1410^m d'altitude.

» II. En 23 stations j'ai observé les éléments magnétiques. Dans la détermination de la déclinaison, le méridien géographique a été obtenu par une moyenne de 8 ou 10 hauteurs du Soleil.

» Notre magnétographe n'a enregistré aucune perturbation, au moment de nos opérations, sauf le 12 octobre.



» La Carte ci-dessus et le Tableau ci-après indiquent les points précis des stations ainsi que les résultats obtenus.

Observations magnétiques.

Lieu.	Date.	Heure.	Altitude.	Déclinaison NW.	Inclinaison.	Intensité. Unités C.G.S.	Station.	Nature du terrain.
		h m h m	m	° ′ ″	° ′ ″			
Miadamanjaka....	21 Sept. 1903	11 à 11.50 16 à 17	1353	9.58. 0	54.30. 2	0.25357	Près du fossé W, église catholique.	Argile rouge.
Aht bololona.....	22 et 23 »	16 à 17 12.50 à 13	1413	10.34.54	54.14.28	0.24984	Enclos N, église catholique.	Argile rouge; fer oxydulé dans les ruisseaux voisins.
Mandrosoa.......	24 »	12.45 à 17.12	1418	10.59.30	54.59. 9	0.24921	Enclos N, église catholique.	A 1km N, roches granitiques.
Masomboay......	25 »	12.45 à 16	1346	10.28. 2	54.14.37	0.25227	Enclos N, église catholique.	Argile rouge; roches calcaires.
Antsahamaina....	27 et 28 »	17 à 17.44 11	1323	10.23. 1	54.25.54	0.25089	50‴ NE, église catholique.	Argile rouge.
Amboasary.......	29 »	14 à 16.55	1402	9.59. 9	52.48.23	0.24852	NW du village, parc à bœufs.	Argile rouge; 500‴ W, massif granitique et gneiss.
Ambohibary.....	1er Oct. 1903	6.49 à 9.35	1337	10.12.18	54.17.47	0.25228	30‴ N, église catholique.	Argile jaune, marne, kaolin.
Ankadisoa.......	2 »	13.45 à 15.40	1309	9. 8.17	54. 4.31	0.25051	40‴ W du village.	Argile rouge.
Imerintsiadino...	4 »	15.14 à 17.45	1296	10.30.40	53.55.52	0.25334	50‴ W, église catholique.	Argile rouge, marne, gneiss.
Mokajy..........	5 »	11.18 à 16.47	1404	9.24. 7	54.13.57	0.25154	30‴ W, temple protestant.	Au N et à E, roches granitiques, fer.
Aht janaka.......	6 »	8.23 et 15.20	1406	9.28. 0	54. 6.13	0.25059	30‴ N, église catholique.	Argile rouge.
Soavina..........	7 »	15.30 à 17.15	1509	9.45. 9	54. 0.44	0.25759	50‴ S du village, parc à bœufs.	Argile rouge, roches granitiques.
Antanamalaza....	8 »	13.50 à 16	1476	10.18.[illegible]	.19. 2	0.24971	30‴ E, église catholique.	Argile jaune, roches granitiques.
Ambatomanga....	12 »	9.35 à 16.47	1441	11.17.22	54. 2.47	0.25244	40‴ N, église catholique.	Argile jaune, 200‴ NW, roche granitique (feldspath orthose).
Ambohitromby Mt	13 »	13.45 à 14.41	1643	10.36.42		0.24356	Au sommet de la montagne.	Argile jaune, humus, ancienne forêt.
Antsahamarina...	14 »	14.25 à 16.20	1444	9.30. 9	54.40. 5	0.25175	Sur le dernier tombeau NW du village.	Argile jaune.
Imerikasinima...	16 »	12.50 à 14.20	1503	10.34. 0	54.12.19	0.25361	50‴ SE, église catholique.	Humus, roches granitiques.
Ambohimalaza...	18 »	16.18 à 17.50	1374	8.19.26	54.12. 3	0.25019	30‴ W, église catholique.	Argile jaunâtre.
Aht mipangitra...	21 »	8.10 à 10. 5	1383	11. 5.14	55.13.34	0.24677	20‴ NW, église catholique.	Argile jaune; fer oligiste.
Alarobia.........	22 »	7.40 à 9.30	1437	15.56.44	53.13.25	0.26379	50‴ NE, gîte d'étapes.	Argile jaune, montagnes granitiques, sables quartzeux.
Ambohitromby...	25 »	16. 5 à 17.40	1430	10.50.10	53.41. 2	0.25548	25‴ E, église catholique.	Humus, argile rouge.
Maharidaza......	26 »	10. 5 à 16.40	1475	9.53.53	54. 4.33	0.25394	SE du village, près d'un tombeau.	Argile jaunâtre.
Manjakandriana..	28 et 29 »	16.40 7 et 13	1424	8.46.13	54. 8.51	0.25117	Milieu jardin de l'école officielle.	Argile rouge.

» Il résulte de ces observations que : 1° la déclinaison ne suit aucune marche régulière; un maximum a lieu à Alarobia qui est un centre de perturbation, et un minimum dans la station voisine occidentale d'Ambohimalaza; 2° à part l'étroite zone d'Ambohimalaza, Imerikasinina, Masomboay, Ambohibololona, partout ailleurs l'inclinaison est anormale; un minimum s'observe à Amboasary, un maximum à Ambohimipangitra; 3° la composante horizontale éprouve les mêmes irrégularités que les deux autres éléments; elle a un maximum à Alarobia, et un minimum sur le mont Ambobitromby. »

PATHOLOGIE EXPÉRIMENTALE. — *Les sérums antivenimeux polyvalents. Mesure de leur activité,* par M. **A. Calmette.**

« L'emploi des sérums antivenimeux pour le traitement des morsures de serpents s'est généralisé depuis quelques années dans presque tous les pays où les reptiles venimeux occasionnent fréquemment des accidents mortels chez l'homme et chez les animaux domestiques. Les observations publiées par un grand nombre de médecins démontrent que, même lorsqu'il s'agit de morsures du *Naja Tripudians* ou *Cobra capel* de l'Inde et de l'Indo-Chine, qui sont les plus dangereuses et les plus fréquentes, l'efficacité du sérum est constante toutes les fois que l'intervention peut avoir lieu avant que les symptomes d'asphyxie bulbaire aient commencé à se manifester.

» Les sérums antivenimeux que l'on obtient en vaccinant des chevaux ou d'autres animaux exclusivement avec le venin de Cobra possèdent une action nettement antitoxique à l'égard de tous les venins *neurotoxiques*.

» Or, tous les venins des Colubridés venimeux et ceux de quelques Vipéridés (Cerastes, Vipères péliades et Aspics) renferment une *neurotoxine* plus ou moins active; la plus toxique est celle du venin de Cobra.

» Mais, à côté de cette *neurotoxine,* quelques venins de Colubridés (*Hoplocephalus* et *Pseudechis* d'Australie, *Ancistrodon* de l'Amérique du Nord) et tous les venins de Vipéridés renferment une substance (*hémorragine* de Flexner) qui produit des désordres locaux souvent très intenses, caractérisés par un œdème sanguinolent et une digestion rapide des tissus. Cette substance, introduite directement dans la circulation, coagule le sang et le redissout ensuite. Un chauffage de quelques minutes à 75° suffit à la détruire, tandis que la *neurotoxine* ne disparaît qu'à partir de 90°, souvent même seulement au delà de 98° (Cobra).

» Le sérum antineurotoxique de Cobra reste sans action sur cette hémorragine. Mais on peut facilement obtenir des sérums antivenimeux polyvalents en vaccinant les animaux à la fois contre un venin fortement neurotoxique tel que celui du Cobra, et contre un venin riche en hémorragine comme celui de Daboïa ou de Lachésis. On peut, de même, préparer des sérums exclusivement antihémorragiques en utilisant seulement le venin de Daboïa dont la neurotoxicité est presque nulle.

» Le sérum antiophidique obtenu au Brésil par le Dr Vital Brazil, de Saô Paulo, appartient à cette dernière catégorie. J'ai pu m'assurer qu'il neutralise très bien *in vitro* le venin de Lachésis; il peut donc rendre d'excellents services au Brésil où presque tous les cas de morsures venimeuses sont causés par les reptiles de cette espèce et où il n'existe pas de Colubridés venimeux.

» Il en est de même pour le sérum antivenimeux préparé à Sydney par le Dr Franck Tidswall, qui détruit très bien *in vitro* les venins d'*Hoplocephalus* et de *Pseudechis* d'Australie.

» Par contre, ces sérums sont inactifs sur les venins fortement neurotoxiques tels que celui de Cobra.

» La nécessité s'impose actuellement de mettre à la disposition des colons, des corps de troupes coloniales, des explorateurs et des chasseurs, un sérum capable d'empêcher les accidents mortels consécutifs aux morsures de reptiles venimeux, quelle que soit l'espèce à laquelle appartient le serpent mordeur. On y parviendra facilement en vaccinant les animaux producteurs de sérum, d'abord contre un venin très neurotoxique (Cobra), puis contre un ou plusieurs venins de Vipéridés riches en hémorragine.

» Cette technique, que nous avons adoptée à l'Institut Pasteur de Lille, permettra sans doute de supprimer toute cause d'insuccès dans la sérothérapie antivenimeuse.

» Il est essentiel qu'on puisse effectuer partout, et autant que possible sans avoir recours à l'inoculation aux animaux, le contrôle de l'activité antitoxique d'un sérum antivenimeux.

» Or ce contrôle peut être réalisé aisément par des expériences *in vitro*. J'ai constaté en effet qu'il existe un parallélisme étroit entre l'action *hémolytique* et l'action *neurotoxique* des différents venins. Tous les venins dissolvent avec plus ou moins d'énergie les globules rouges de certains mammifères. Les hématies du cheval, celles de l'homme et celles du rat sont les plus sensibles ; celles du lapin, de la chèvre et du bœuf sont les plus résistantes.

» J'ai établi, en outre (¹), que pour que l'hémolyse des globules rouges sensibles puisse se produire, il est indispensable que la réaction ait lieu en présence de sérum normal frais ou chauffé, les venins restant inactifs sur les hématies débarrassées de sérum par plusieurs lavages et centrifugations successives. Preston Kyes (²) a très bien expliqué depuis ce phénomène en montrant que le venin joue le rôle d'*ambocepteur*, d'après la théorie d'Ehrlich, et qu'il se combine aux lécithines du sérum pour constituer une *lécithine hémolysante*.

» Pour déterminer pratiquement le pouvoir antihémolytique d'un sérum antivenimeux et, par conséquent, son pouvoir antitoxique, il suffira de faire agir des doses variables de sérum sur une même quantité de sang de cheval ou de rat défibriné, additionné ensuite d'une dose constante de venin. J'emploie à cet effet une dilution à 5 pour 100 de sang de cheval défibriné, que je répartis à la dose de 1^{cm^3}.

» J'introduis ensuite dans tous les tubes 1^{mg} de venin dissous dans $0^{cm^3},1$ de sérum physiologique. A la température de 16° environ l'hémolyse commence à se manifester dans le tube témoin en 15 à 20 minutes. Elle se produit dans les autres tubes avec un retard d'autant plus grand que la dose de sérum ajouté est plus considérable. On note les tubes dans lesquels elle ne se produit pas après 2 heures.

» L'expérience montre qu'on doit considérer comme bons pour l'usage thérapeutique les sérums qui, à la dose de $0^{cm^3},5$, empêchent complètement l'hémolyse par 1^{mg} de venin de Cobra, de Bothrops ou de Bungare, et ceux qui, à la dose de $0^{cm^3},7$, empêchent l'hémolyse par 1^{mg} de venin de Lachésis ou de Vipère péliade.

» On peut, par une méthode calquée sur la précédente, mesurer l'activité antihémorragique d'un sérum antivenimeux, car le parallélisme qui existe entre l'action antineurotoxique et l'action antihémolytique des venins se retrouve, ainsi que j'ai pu le constater, entre l'action *antihémorragique* et l'action *antiprotéolytique* de ces mêmes venins.

» Or, l'action antiprotéolytique se mesure aisément au moyen d'une série de tubes à essai dans lesquels on verse une même quantité de bouillon gélatiné à 20 pour 100 rendu imputrescible par un peu de thymol.

» La gélatine étant maintenue liquide à l'étuve, on verse dans chaque

---

(¹) Calmette, *Comptes rendus*, t. CXXXIV, n° 24, 1902.

(²) Kyes, *Ueber die Wirkungweise des Cobragiftes* (*Berl. Klin. Woch.*, 1902, nos 38 et 39; 1903, nos 2, 4, 42 et 43).

tube une quantité croissante de sérum. On ajoute ensuite partout la même dose de venin, soit 1mg. Les tubes sont portés à l'étuve à 38° pendant 6 heures. On les retire ensuite et on les immerge dans un bain d'eau froide. On note ceux dans lesquels la gélatine se solidifie et l'on détermine ainsi la dose de sérum antivenimeux qui empêche la protéolyse de cette substance.

» Cette double méthode de contrôle permet de vérifier très exactement l'activité des sérums antivenimeux sans avoir recours à l'expérimentation sur les animaux. »

NOMINATIONS.

L'Académie procède, par la voie du scrutin, à la nomination de Commissions de prix chargées de juger les concours de l'année 1904.

Le dépouillement du scrutin donne les résultats suivants :

Mathématiques : *Grand prix des Sciences mathématiques; prix Bordin, Vaillant, Francœur, Poncelet.* — MM. Jordan, Poincaré, Émile Picard, Appell, Painlevé, Humbert, Membres de la Section de Géométrie; et MM. Maurice Levy, Darboux, Boussinesq.

Mécanique : *Prix Montyon.* — MM. Maurice Levy, Boussinesq, Deprez, Sarrau, Léauté, Membres de la Section de Mécanique; et MM. Sebert, Haton de la Goupillière, Poincaré.

Astronomie : *Prix Pierre Guzman, Lalande, Valz, Janssen.* — MM. Janssen, Lœwy, Wolf, Radau, Deslandres, Bigourdan, Membres de la Section d'Astronomie; et MM. Poincaré, Lippmann, Darboux.

Géographie : *Prix Binoux, Gay, Tchihatchef, Delalande-Guérineau.* — MM. Bouquet de la Grye, Grandidier, Bassot, Guyou, Hatt, Bertin, Membres de la Section de Géographie et Navigation; et MM. de Lapparent, Perrier, Van Tieghem.

Navigation : *Prix extraordinaire de six mille francs; prix Plumey.* — MM. Maurice Levy, Boussinesq, Deprez, Sarrau, Léauté, Sebert, Membres de la Section de Mécanique; et MM. Bouquet de la Grye, Grandidier, Bassot, Guyou, Hatt, Bertin, Membres de la Section de Géographie et Navigation.

Physique : *Prix Hébert, Hughes, Kastner-Boursault.* — MM. Mascart, Lippmann, Becquerel, Potier, Violle, Amagat, Membres de la Section de Physique; et MM. Berthelot, Poincaré, Maurice Levy.

CORRESPONDANCE.

ASTRONOMIE. — *Observation de la comète Brooks (1904 a) faite à l'équatorial coudé de l'Observatoire de Lyon*, par M. J. GUILLAUME. Note présentée par M. Lœwy.

Dates. 1904.	Étoile.	Temps sidéral de Lyon.	✶⊲ — ★. Δα.	Δδ.	Nombre de comparaisons.
Avril 22....	*a*	15h.13m.14s	−0m.30s,80	+6′. 3″,3	12 : 12

Positions moyennes des étoiles pour 1904,0.

Étoiles.	Gr.	Ascension droite moyenne.	Réduction au jour.	Déclinaison moyenne.	Réduction au jour.	Autorités.
a Anonyme........	9,8	16h.41m.47s,33	+1s,77	+47°.43′.35″,4	−6″,2	Rapportée à *b*.
b BD — 47,2381....	7,8	16.43.41,53	»	+47.42.51,3	»	AG Bonn 10729.

Position apparente de la comète.

Dates. 1904.	Temps moyen de Paris.	Ascension droite apparente.	Log. fact. parallaxe.	Déclinaison apparente.	Log. fact. parallaxe.
Avril 23...	13h. 0m.53s	16h.41m.18s,30	$9,360_n$	+47°.49′.32″,5	$8,368_n$

« L'observation a été faite dans une éclaircie de peu de durée, par un ciel peu transparent. »

MÉCANIQUE APPLIQUÉE. — *Sur un nouvel appareil destiné à la mesure de la puissance des moteurs*. Note de M. CH. RENARD, présentée par M. Maurice Lévy.

« Nous employons depuis plusieurs années pour la mesure de la puissance des moteurs à mouvements rapides (dynamos, moteurs d'automobile, etc.) un appareil fondé sur les lois de la résistance de l'air et auquel nous avons donné le nom de *moulinet dynamométrique*. Cet appareil (*fig*. 1) consiste simplement en une barre rectangulaire en frêne sur laquelle on boulonne deux plans carrés d'aluminium symétriques par rapport à l'axe AA autour duquel doit tourner la barre et parallèles à cet axe.

» Ces plans peuvent prendre différentes positions indiquées par des chiffres qu'on voit sur la figure. Le chiffre qui définit la position des plans est celui qui tombe en face de la ligne de foi FF passant par le centre du

plan. L'appareil peut être calé directement sur l'arbre du moteur (*fig.* 2) ou sur un arbre auxiliaire placé sur son prolongement et relié au moteur par une bielle de cardan.

Fig. 1.

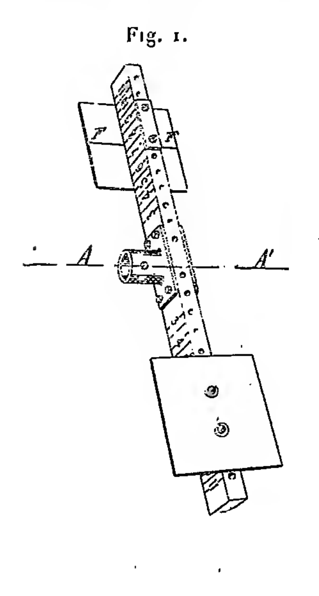
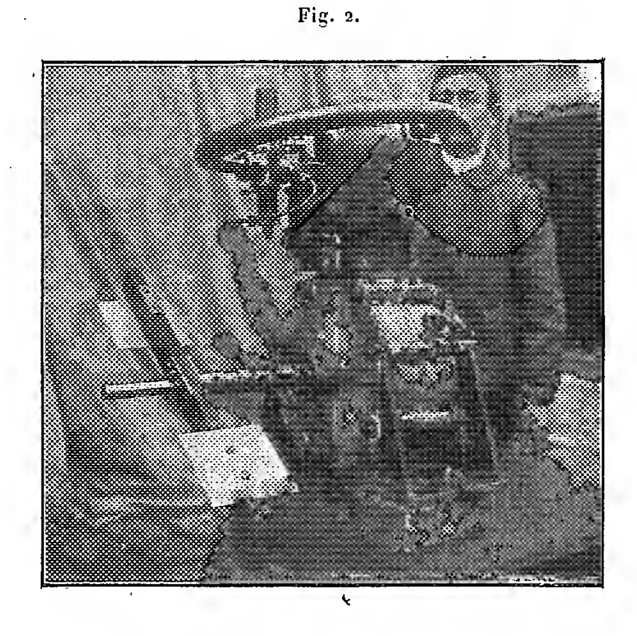


Fig. 2.



» L'expérience montre que pour une position donnée des plans le moment moteur est proportionnel au poids spécifique de l'air (que peut donner un abaque) et au carré de la vitesse angulaire.

» Si a est le poids spécifique de l'air en kilogrammes par mètre cube; M le moment moteur en kilogrammètres; N le nombre de tours du moulinet par minute et Km un coefficient appelé *coefficient de moment* et déterminé par l'expérience, on a

$$M = a\mathrm{K}m\left(\frac{N}{1000}\right)^2. \tag{1}$$

» On en déduit facilement, en désignant par T la puissance en kilogrammètres et par Kt un coefficient dit *coefficient de puissance*,

$$T = a\mathrm{K}t\left(\frac{N}{1000}\right)^3. \tag{2}$$

» Les coefficients Kt et Km sont d'ailleurs reliés par l'équation

$$\mathrm{K}t = \frac{100\pi}{3}\mathrm{K}m = 104,72\,\mathrm{K}m. \tag{3}$$

» Les valeurs de Km ont été déterminées avec précision pour les diverses

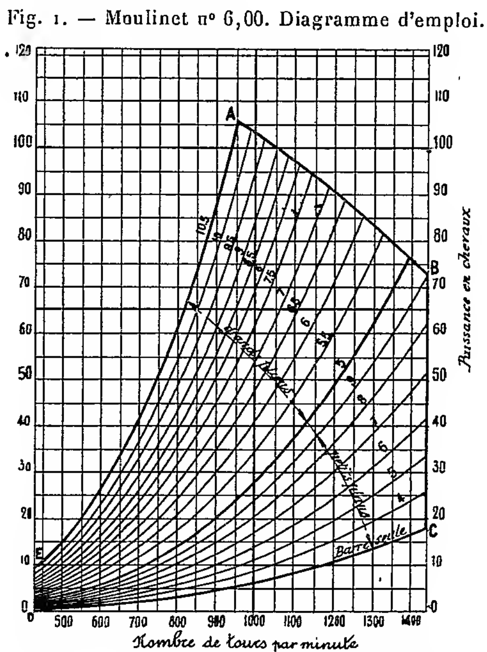
positions des plans au moyen de notre balance dynamométrique que nous nous réservons de décrire plus tard. On en déduit les valeurs de K*t*.

» On voit qu'il suffit de compter les tours du moulinet pour avoir immédiatement la puissance motrice ou le moment moteur. En employant un tachymètre enregistreur à graduation spéciale, on peut enregistrer directement la puissance puisqu'elle est une fonction de la vitesse seule.

» L'appareil ne s'échauffe pas parce que l'énergie du moteur est absorbée par des masses d'air sans cesse renouvelées. On peut donc prolonger indéfiniment les expériences et étudier avec la plus grande facilité les variations de puissance d'un moteur, car elles se traduisent simplement par des variations de vitesse faciles à enregistrer.

» Enfin, des appareils de dimensions restreintes permettent d'essayer des moteurs de grande puissance. Le petit moulinet de la figure 2 (moulinet n° 2,5) est monté sur un moteur de 8^{chx}. Il pèse moins de 2^{kg} et sa puissance maxima est supérieure à 20^{chx}.

Fig. 1. — Moulinet n° 6,00. Diagramme d'emploi.



A, B, C Limite d'emploi à ne jamais dépasser dans aucun cas.

N. B. — Les numéros inscrits sur les courbes sont ceux des divisions de la barre en regard desquelles tombe la ligne médiane tracée sur les plans.

» Pour rendre la méthode tout à fait pratique, nous avons construit une série de moulinets géométriquement semblables dont la grandeur est définie par un chiffre qui s'appelle *le module*. Ce module est l'écartement des trous

de la barre en centimètres. La longueur de la barre est égale à 24 modules, la position des plans exprime leur distance à l'axe en modules, etc.

» Chaque module a un diagramme d'emploi (*fig.* 3) sur lequel on a tracé les paraboles cubiques qui donnent la puissance en chevaux D en fonction de N pour les différentes positions des plans.

» Ce diagramme est limité par un polygone ABCDE, le côté BC correspond à la vitesse limite à l'extrémité de la barre; cette vitesse est fixée à 100^{m} par seconde. Le côté AB est la courbe d'*égale tension* de la barre. Cette tension maxima est égale à 100^{kg} par centimètre carré. AE est la parabole cubique correspondant à la position extrême des grands plans (chaque moulinet a deux séries de plans, les grands et les petits) et DC la parabole cubique correspondant à la barre seule.

» Toute combinaison de N et de D qui donne un point situé à l'intérieur du polygone d'emploi ABCDE correspond à une expérience réalisable avec le moulinet considéré. Les courbes du diagramme sont tracées en prenant pour a la valeur moyenne 1,25. Une table donne ensuite la correction pour 100 additive ou soustractive à faire subir à la puissance en fonction de la température et de la pression (température à 1° près, pression à 2^{mm} près).

» La loi suivante permet de déduire tous les coefficients Km et Kt de leur valeur α et β pour le moulinet de module I :

» *Pour deux moulinets semblables, les coefficients* Km *et* Kt *sont proportionnels à la cinquième puissance du module.*

» Si μ est le module, on a donc

$$Km = \alpha\mu^5, \qquad Kt = \beta\mu^5.$$

» Cette nouvelle méthode a la sanction de plusieurs années d'expériences. Elle tend à se généraliser pour les moteurs d'automobiles dont les essais avec les freins ordinaires sont si difficiles. Elle a déjà pu être employée jusqu'ici pour des puissances variant de 1^{ch} à 150^{chx}. Il sera facile d'aller beaucoup plus loin. »

MÉCANIQUE APPLIQUÉE. — *Le pont Adolphe à Luxembourg* (1899-1903). Note de M. **Séjourné**, présentée par M. Alfred Picard.

« On a construit à Luxembourg, en 1899-1903, un pont en maçonnerie dont la portée, 84^{m},65, dépasse sensiblement celles atteintes jusqu'ici.

» Viennent ensuite : le pont de 70^{m} sur l'Adda à Morbegno (Haute-Italie), décintré en 1903; puis le pont-aqueduc de 67^{m},10 exécuté en 1860-

1862 sur la vallée de Cabin John en Virginie (États-Unis). Il n'existe encore aujourd'hui que dix voûtes de plus de 60^m.

» Le pont de Luxembourg présente cette disposition nouvelle que sa largeur totale 16^m (celle du pont des Invalides) est obtenue, non comme aux Invalides par une voûte unique ayant cette largeur de 16^m, mais en établissant à chaque tête un pont de $5^m,25$ de largeur et recouvrant d'un plancher en béton armé l'intervalle entre ces deux ponts.

» Cette disposition est très économique. Dans les grands ponts en pierre, en effet, c'est la voûte qui coûte parce que les matériaux et le cintre en sont chers. A Luxembourg, on a réduit de plus de $\frac{1}{3}$ la maçonnerie de voûte et l'on a fait un pont de 16^m de largeur sur un seul cintre de $5^m,25$, transporté à l'emplacement de la deuxième voûte après décintrement de la première.

» Un pont est fait pour supporter des véhicules d'un poids donné. Or, dans un grand pont de pierre, ils comptent très peu dans le travail total des matériaux. C'est ainsi qu'au pont de Lavaur (ligne de Montauban à Castres), arc de $61^m,50$ de portée, les pressions moyennes par centimètre carré n'augmentent, au passage des trains, que de $\frac{12}{100}$ à la clef, de $\frac{1,7}{100}$ sur le sol de fondation.

» Une grande voûte ne travaille guère qu'à se porter elle-même : la maçonnerie en est mal utilisée. On était donc bien sûr de faire une grosse économie (et cela sans augmenter sensiblement les efforts dans les maçonneries) en concentrant par un plancher léger les surcharges roulantes sur des anneaux de voûte de largeur réduite.

» Ce système s'applique très bien aux ponts larges, c'est-à-dire aux grands ponts de villes auxquels, trop souvent, on donne une largeur insuffisante.

» Le cintre de Luxembourg reposait sur deux piles provisoires en maçonnerie, distantes de 60^m.

» Il se composait de cinq fermes dont toutes les pièces tendues étaient des câbles en fils d'acier, dispositif appliqué avec succès à deux cintres de 25^m et 35^m de la ligne de Paray-le-Monial à Givors. Ce cintre, qui avait 80^m d'ouverture et 30^m de hauteur et qui pesait 300^t, a été ripé de $11^m,25$ en 25 heures, par glissement sur ses deux piles provisoires.

» La voûte n'a pas été construite d'un seul coup sur toute son épaisseur, mais par trois rouleaux superposés. On étale ainsi la charge par couches successives sur le cintre, calculé seulement pour la moitié du poids de la voûte. La tension des câbles, mesurée à chaque instant par leurs flèches, a montré que le cintre portait entièrement le premier rouleau, en partie seulement le second, et pas du tout le troisième.

» Dans chaque rouleau on a ménagé des vides aux abouts de chaque vau. Cette méthode a deux avantages :

» D'abord, elle permet d'attaquer la voûte en plusieurs points (à Luxembourg, il y a eu ainsi dix attaques par rouleau, et chaque grande voûte a été faite en 30 jours).

» Et surtout, elle localise et permet de bien remplir les fissures qui se produisent inévitablement pendant la construction des voûtes sur des cintres toujours plus flexibles que la maçonnerie.

» La voûte achevée, on remplit les vides en y matant, au refus absolu, du mortier pulvérulent. Les expériences, récemment faites par l'École des Ponts et Chaussées, ont montré que l'on pouvait ainsi introduire des pressions normales au lit dépassant 16^{kg} par centimètre carré, c'est-à-dire que, par les matages, le constructeur devient presque maître de la courbe de pression dans une voûte.

» La première grande voûte a été clavée le 24 juillet 1901 et décintrée le 26 octobre. La deuxième grande voûte, clavée en juin 1902, a été décintrée le 13 septembre. Le tassement au décintrement a été, aux deux voûtes, de $0^{m},006$.

» Il eût été fort instructif de se rendre compte des efforts développés à chaque instant, en chaque point des grandes voûtes. Comme on les déduit d'allongements ou de raccourcissements, il eût donc fallu pouvoir mesurer, à un instant quelconque, la distance entre deux points. Malheureusement, on n'a pas encore d'instrument pour faire cette mesure avec la précision nécessaire, et l'on doit se borner à ne mesurer ces déformations que pendant un temps très court, par exemple au décintrement ou au passage d'une charge roulante.

» On avait, au dernier décintrement, réuni sur la voûte 119 appareils pour mesurer les déformations et les flèches. On a simplement constaté qu'il ne s'était produit aucun déplacement horizontal des culées; que le supplément de travail produit par le décintrement n'avait, nulle part, dépassé 10^{kg} par centimètre carré et que dans cette voûte, comme dans la première exécutée, il ne s'était produit ni fissure, ni écrasement. »

OPTIQUE. — *Sur la comparabilité des déterminations spectrophotométriques.* Note de M. **P. Vaillant**, présentée par M. J. Violle.

« Lorsqu'on applique le spectrophotomètre à l'étude quantitative des solutions colorées, la comparaison photométrique porte, non sur un λ déterminé, mais sur une certaine étendue du spectre dont le minimum, qui est atteint dans les instruments du genre Gouy, est d'environ $2^{\mu\mu}$ à $3^{\mu\mu}$. On peut se demander si, dans ces conditions, le coefficient mesuré dépend des circonstances de l'expérience et dans quelle mesure il en dépend.

» Soit $2\Delta\lambda$ l'étendue de la région spectrale sur laquelle porte la mesure; le coeffi-

cient d'absorption correspondant à la radiation λ sera pratiquement défini par la relation

$$a_\lambda = \frac{1}{nl}\left(\log\int_{\lambda-\Delta\lambda}^{\lambda+\Delta\lambda} \mathrm{I}\,d\lambda - \log\int_{\lambda-\Delta\lambda}^{\lambda+\Delta\lambda} i\,d\lambda\right),$$

l, épaisseur de liquide traversé;
n, concentration de la solution par rapport à l'élément coloré;
$\int \mathrm{I}\,d\lambda$ et $\int i\,d\lambda$, quantités de lumière avant et après la traversée de la solution.

» De cette relation on conclut que, si l'absorption du corps coloré dissous n'est pas constante dans l'intervalle $\lambda - \Delta\lambda$ à $\lambda + \Delta\lambda$:

» 1° A concentration constante, le coefficient mesuré a_λ diminue quand l'épaisseur de liquide traversé augmente;

» 2° A épaisseur constante, il croît avec la dilution;

» 3° Ce coefficient dépend de la répartition des intensités I dans le spectre d'émission de la source. Si, par suite de l'emploi de sources différentes ou d'un spectrophotomètre différent, cette répartition se modifie dans le sens de l'absorption du corps coloré, a_λ augmente; il diminue, au contraire, si le rapport des intensités I se modifie en sens inverse de l'absorption.

» Ces variations sont évidemment d'autant plus grandes, toutes choses égales d'ailleurs, que l'absorption du corps coloré varie plus rapidement dans l'intervalle $2\Delta\lambda$ considéré et, pour une même vitesse de variation, que cet intervalle est plus considérable.

» On a pris comme exemple le *paranitrophénol,* dont le coefficient d'absorption double sensiblement (de 400 à 800) lorsque λ varie de $520^{\mu\mu}$ à $510^{\mu\mu}$ (passage du vert au bleu). Or, tandis que dans cet intervalle, I reste à peu près constant dans la lumière qu'émet l'arc électrique, il tombe de 2 à 1 pour un bec de gaz ordinaire. Dès lors, si l'on imagine qu'on emploie successivement ces deux sources, on trouve, suivant les valeurs de $\Delta\lambda$ et de nl, pour le coefficient d'absorption du paranitrophénol correspondant à $\lambda = 515^{\mu\mu}$, la série des valeurs suivantes (on admet que l'absorption du paranitrophénol varie linéairement dans l'intervalle $520^{\mu\mu}$-$510^{\mu\mu}$, ainsi que l'intensité de la source; en outre, on suppose que l'intensité correspondant à la radiation $515^{\mu\mu}$ sur laquelle porte la mesure, reste constante et égale à 100) :

	$2\Delta\lambda =$	$2^{\mu\mu}$.	$5^{\mu\mu}$.	$10^{\mu\mu}$.
Arc	$nl = 0,002$	596,3	577,8	518,6
	$nl = 0,0002$........	599,6	597,9	590,8
Gaz	$nl = 0,002$	592,4	555,5	451,4
	$nl = 0,0002$........	595,6	572,9	493,5

» Ces quelques chiffres suffisent à expliquer les écarts parfois considérables qu'on observe entre des résultats numériques obtenus avec des

instruments différents et des sources différentes. Ils montrent, en outre, que ces écarts croissent avec $\Delta\lambda$ d'autant plus vite que $\Delta\lambda$ est déjà plus grand. Complètement négligeables pour des valeurs de $2\Delta\lambda$ inférieures à $2^{\mu\mu}$ ou $3^{\mu\mu}$, ils sont de l'ordre des erreurs photométriques pour $2\Delta\lambda = 5^{\mu\mu}$, et peuvent dépasser $\frac{1}{5}$ pour $2\Delta\lambda = 10^{\mu\mu}$. »

PHYSIQUE. — *Sensibilité de la balance azimutale.* Note de **V. Crémieu**, présentée par M. H. Poincaré.

« Dans une précédente Note, M. H. Poincaré [1] a établi, pour la balance azimutale que j'ai publiée [2], la formule de sensibilité suivante :

$$(1) \qquad d\omega_2 = \frac{dp}{p} \frac{l \sin\varphi}{\left(G_0 P_1 \sin\varphi + \frac{\alpha E^2}{\lambda}\right)}.$$

» On arrive à cette expression, en supposant que les fils des bifilaires sont sensiblement verticaux et que le trapèze formé par leurs points d'attache supérieurs est très voisin d'un quadrilatère. Si ces approximations ne peuvent être faites, ce qui sera le cas dans la pratique, il faut, ainsi que le montre un complément de la théorie de M. Poincaré (complément qui sera publié ultérieurement), modifier la formule qui devient

$$(2) \qquad d\omega_2 = \frac{dp}{p} \frac{l \sin\varphi}{\left(G_0 P_1 \sin\varphi + \frac{\alpha E^2 \varepsilon_1 + \gamma E^2 \varepsilon_2}{\lambda(\varepsilon_1 + \varepsilon_2)}\right)}.$$

Dans cette formule, ε_1 et ε_2 sont les angles des plans $M\alpha\beta$ et $N\gamma\delta$ avec la verticale (*fig.* 1).

» Le coefficient de sensibilité se compose de deux termes. L'un d'eux est essentiellement positif et correspond à la torsion des bifilaires. L'autre, $G_0 P_1 \sin\varphi$, est positif ou négatif suivant que le centre de gravité effectif G_0 se trouve au-dessous ou au-dessus de la droite Δ.

» C'est dans la seconde de ces conditions qu'il faut évidemment se placer pour que le coefficient de sensibilité soit très petit et, par suite, la sensibilité très grande. On réalise sans difficulté cette condition en disposant convenablement les points d'attache supérieurs et inférieurs des bifilaires, comme cela a été schématisé sur la figure ci-contre.

» Pour pouvoir discuter analytiquement la sensibilité d'une balance azi-

---

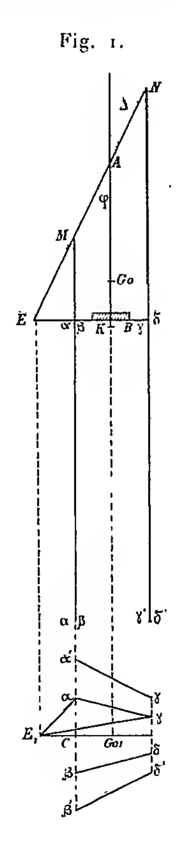
(1) *Comptes rendus*, t. CXXXVIII, 1904, p. 869.

(2) *Ibid.*, p. 893.

mutale, il faudrait exprimer le coefficient de sensibilité en fonction des paramètres dont on dispose arbitrairement. Ceux-ci sont au nombre de six :

KB $= d$ distance du point d'application de la résultante des poids P à l'arête du couteau; $G_0B = f = d \times \frac{P}{p}$ distance de G_0 à la même arête; $2a$ et $2b$ écartement des points d'attache des fils des bifilaires; $2c$ distance entre les axes des deux bifilaires; λ longueur des fils; ω torsion initiale donnée aux bifilaires.

Fig. 1.



» Il résulte de ce grand nombre de paramètres qu'on ne peut obtenir que des formules extrêmement compliquées, qui ne se prêtent à aucune discussion. La méthode graphique peut donner des résultats; encore faut-il simplifier les données. Pour cela il est logique et commode de se baser sur les facilités de la construction de l'appareil.

» On est ainsi amené à placer les fils symétriques de chaque bifilaire dans des plans parallèles verticaux; à rendre fixes six des points d'attache α, β, α', β', γ et δ (*fig.* 1); enfin à réduire à un seul les deux points d'attache $\alpha\beta$. Ce point d'attache unique vient alors en C et se confond avec M

et E. Le réglage de la sensibilité se trouve ainsi ramené à celui de l'écartement des deux points d'attache mobiles γ' et δ'.

» D'ailleurs, la formule (2) se simplifie beaucoup : αE est nul. $\gamma E = 2b$ et l'on a, en posant $\frac{2b^2}{\lambda} = k$,

$$d\omega_2 = \frac{dp}{p} \frac{l}{\left(\frac{k}{\sin\varphi} - G_0\rho_1\right)} = \frac{dp}{p} \frac{l}{\left(\frac{k}{\sin\varphi} - G_0 A \sin\varphi\right)}.$$

» Lorsqu'on agira sur l'écartement des points γ' et δ', on fera varier à la fois $2c$ et ω. Il en résulte une variation simultanée de G_0A et de φ.

» Pour le cas qui nous intéresse, φ variera depuis le maximum correspondant au cas où Δ passe par G_0, jusqu'à zéro. Donc $\frac{k}{\sin\varphi}$ croîtra d'une manière continue. Quand Δ passe par G_0, G_0A est nul. Le produit $G_0A\sin\varphi$ partira donc de zéro pour être nul de nouveau avec φ. Dans l'intervalle, il présentera, par suite, un maximum. La méthode graphique montre que, pour un choix convenable de la position de G_0, la différence

$$\delta = \frac{k}{\sin\varphi} - G_0 A \sin\varphi$$

passera par un minimum fini, quand on fera varier φ; et l'on est maître de la valeur de ce minimum. En effet, la position du point G_0 au-dessus de l'arête B est donnée par $G_1B = f = d \times \frac{P}{p}$.

» Or, d, distance du centre de gravité du fléau à l'arête B, peut être rendu aussi petit qu'on le veut sans que *la balance devienne folle*, par suite de la présence des bifilaires. D'ailleurs, le rapport $\frac{P}{p}$ est tout à fait arbitraire. Par suite, on peut donner à f n'importe quelle valeur.

» Ainsi, la sensibilité de la balance azimutale ne devient pas infinie. Elle passe par *un maximum fini*, et qui peut, d'ailleurs, être rendu aussi grand qu'on le désire.

» Nous ferons remarquer, de plus, que le réglage de cette sensibilité se fait en agissant sur l'écartement des deux points d'attache $\gamma'\delta'$. Or, une variation de l'ordre du millimètre sur cet écartement ne donne qu'une variation faible de l'angle φ. Par conséquent, le réglage est facile et peut se faire sur des organes robustes.

» Comme exemple, le fléau de la balance prise comme type dans ma précédente Note, a été monté en balance azimutale, avec les valeurs suivantes des constantes :

$$d = 0^{cm},02, \quad \rho = 4^{cm}, \quad 2a = 2,2, \quad 2c = 1, \quad \lambda = 25, \quad \omega = 15^{\circ}.$$

» Le maximum de sensibilité correspond alors à $\varphi = 8^\circ 42'$, $G_0 A = 2^{cm},5$.

» Dans ces conditions on a, à 25^{cm}, une déviation azimutale de $2^{mm},48$ pour 1^{mg}; le fléau, monté à la façon ordinaire, donne 1^{mm} pour 1^{mg} à 25^{cm}. »

MÉTÉOROLOGIE. — *Sur le rôle de la force centrifuge composée dans la détermination du sens de rotation des cyclones et tourbillons.* Note de M. **Bernard Brunhes**, présentée par M. Mascart.

« Dans tout mouvement tourbillonnaire à l'*état de régime permanent* on peut dire, à la condition de négliger les frottements, qu'il y a, en chaque point, équilibre entre la dérivée de la pression ou *gradient*, d'une part, et, d'autre part, les forces fictives provenant du mouvement du fluide : force centrifuge proprement dite et force centrifuge composée due à la rotation terrestre.

» M. Hann écrit cette équation [1], dans le cas des tourbillons atmosphériques :

$$\Delta B \sin\alpha = 1076\left(2\omega v \sin\varphi + \frac{v^2}{r}\right),$$

où ΔB est le gradient en millimètres de mercure par degré de 111^{km}, α l'angle du vent et de la normale à l'isobare, ω la vitesse angulaire de rotation de la terre, v la vitesse du vent, φ la latitude et r la distance du point considéré au centre de la dépression [1].

» L'importance relative des deux termes du second membre varie beaucoup avec le caractère du mouvement cyclonique. M. Hann cite deux exemples numériques empruntés, l'un à une bourrasque de nos régions, l'autre à un cyclone tropical. Dans le premier (dépression du 27 janvier 1874, dont le centre est sur Saint-Pétersbourg), le gradient à Vienne est d'environ 3^{mm}. Le terme $2\omega v \sin\varphi$ y contribue pour $2^{mm},67$, le terme $\frac{v^2}{r}$ seulement pour $0^{mm},35$. Dans le second exemple (cyclone tropical), le premier terme concourt au gradient pour $2^{mm},09$, le second terme pour $10^{mm},21$. Pour les tornades et trombes des régions tempérées, l'importance relative du premier terme serait plus faible encore.

» La considération du rapport de ces deux termes nous paraît capitale pour les tourbillons qui se produisent, soit dans l'air, soit dans l'eau.

» Pour les vastes mouvements tournants de nos régions qui intéressent l'Europe entière, la force centrifuge proprement dite est toujours inférieure, en valeur absolue, à la force centrifuge composée. Celle-ci, dont le signe dépend du sens de la rotation, donne donc son signe au gradient. Si la rotation est *sinistrorsum*, le gradient est positif vers l'extérieur et le centre

[1] F. Hann, *Lehrbuch der Meteorologie*. Leipzig, 1901, p. 571-575.

du mouvement tournant est occupé par une dépression. Si la rotation est *dextrorsum*, le gradient change de signe et l'on a un anticyclone.

» Si le terme $\frac{v^2}{r}$, relatif à la force centrifuge proprement dite et qui est toujours positif, devient le plus grand des deux en valeur absolue, ce qui arrive quand la vitesse du vent s'exagère ou que le rayon du cyclone diminue, le gradient garde un signe constant et, quel que soit le sens de la rotation, on a toujours une dépression au centre. Mais il est clair que si les deux termes du second membre sont de même signe et s'ajoutent, le gradient sera plus fort et la dépression plus caractérisée et plus stable que si les deux termes sont de sens contraire et se retranchent. Le terme relatif à la force centrifuge composée, lors même qu'il est réduit à n'être qu'un terme complémentaire, intervient donc pour favoriser la production de cyclones *sinistrorsum* (dans l'hémisphère nord).

» Cette force centrifuge composée doit jouer surtout son rôle au moment où se produit le vide central qui entraîne l'appel d'air vers le centre; et l'étude du seul régime permanent ne saurait renseigner complètement sur le mécanisme de son action. Néanmoins la connaissance du rapport des deux termes qui mesurent, en régime permanent, la force centrifuge composée et la force centrifuge proprement dite, pourra nous renseigner sur la probabilité qu'il y a pour que le cyclone soit *sinistrorsum*. La prépondérance des cyclones *sinistrorsum* doit décroître quand ce rapport décroît, et disparaître quand ce rapport descend au-dessous d'une certaine valeur limite que, seule, l'expérience pourra indiquer.

» Or on peut mettre ce rapport sous une forme qui ne fasse intervenir ni la vitesse absolue des particules matérielles, ni les dimensions du tourbillon. Il peut s'écrire

$$\frac{2\omega \sin\varphi}{\frac{v}{r}} = \frac{2\omega \sin\varphi}{\omega'} = \frac{2T' \sin\varphi}{T},$$

en posant $v = \omega' r$, ω' étant la vitesse angulaire de rotation des particules matérielles autour du centre de la dépression, ou encore T' étant la durée d'un tour complet de ces particules, tandis que T est la durée de la rotation terrestre.

» On ne peut parler d'une durée de rotation définie pour un tourbillon pris dans son ensemble que si le fluide y tourne à la façon d'une meule solide, ce qui paraît être le cas de certaines tornades, mais n'est certainement le cas ni des cyclones tropicaux, ni des trombes. On peut tout au moins parler de l'ordre de grandeur de la durée minimum de rotation, en portant alors son attention sur les couches qui, à quelque distance de l'axe du tourbillon, sont animées de la vitesse maximum.

» Cette réserve faite, on voit que *le rapport qui détermine la probabilité pour qu'un cyclone de l'hémisphère nord soit* sinistrorsum, *ne contient, outre la latitude, qu'une seule variable : la durée de rotation du tourbillon*.

» Cela posé, les observations relatives aux sens des cyclones et tornades, y compris les intéressantes remarques de M. Lancaster sur les tourbillons aériens de 25^m à 30^m de diamètre qui, en Belgique, tordent des arbres de 30^{cm} à 40^{cm} de diamètre, peuvent se résumer ainsi :

» *Toutes les fois que l'ordre de grandeur de la durée de rotation d'un tourbillon aérien atteint ou dépasse* 5 *à* 10 *secondes, il y a, pour les tourbillons de ce type, prédominance de la rotation* sinistrorsum *dans l'hémisphère nord. Pour des durées de rotation très petites, notablement au-dessous d'une seconde, le sens de rotation devient indifférent.*

» Tout ce qui précède est applicable, sans modification, aux tourbillons d'eaux courantes. Ces tourbillons ont des dimensions beaucoup plus petites; mais dans le rapport de la force centrifuge composée à la force centrifuge proprement dite n'interviennent pas les dimensions absolues. On doit donc s'attendre à rencontrer, dans notre hémisphère, une prédominance de la rotation *sinistrorsum* dans les tourbillons d'eaux courantes, dont la durée de rotation atteint ou dépasse 5 à 10 secondes. Et si cette prédominance est constatée par l'observation (¹), il est aussi légitime de l'attribuer à la rotation terrestre que de lui attribuer la prédominance des trombes et tourbillons aériens *sinistrorsum. A égale durée de rotation, la légitimité de l'explication est la même dans les deux cas.*

» Il est vrai que, dans le cas des tourbillons d'eaux courantes, la valeur absolue de la force centrifuge composée peut paraître trop faible pour produire un effet appréciable, et du même ordre de grandeur que celui des influences perturbatrices accidentelles. Pour lever l'objection, il suffira de montrer qu'on peut équilibrer cette force centrifuge composée ou produire, en dehors d'elle, les mêmes effets, à l'aide d'une force physique égale, variable à volonté et mesurable, telle qu'une force électromagnétique. »

ÉLECTROCHIMIE. — *Sur la dissolution électrolytique du platine. Nouveau procédé de préparation des platinocyanures.* Note de MM. **André Brochet** et **Joseph Petit**, présentée par M. H. Moissan.

« Les acides sont sans action sur le platine. Seule l'eau régale le dissout; encore cette attaque, due à la formation du chlore, est-elle relativement lente si le métal a été fondu ou laminé.

(¹) Jean Brunhes, *Sur le sens des tourbillons d'eaux courantes dans l'Europe centrale* (*Comptes rendus*, t. CXXVIII, p. 915-917; 11 avril 1904).

» Le platine, utilisé comme anode, est inattaquable dans la plupart des cas; l'électrolyse de l'acide chlorhydrique et des chlorures a cependant une action qui est loin d'être nulle. La transformation des chlorates en perchlorates est accompagnée d'un transport de l'anode à la cathode.

» De la Rive (1) a signalé que, si l'on fait passer du courant alternatif dans un voltamètre à acide sulfurique, les électrodes sont rapidement altérées; il n'y a pas dissolution, mais simplement formation de noir de platine. Drechsel (2), Gerdes (3), Margules (4), Ruer (5) ont observé la dissolution du platine, à la faveur du courant alternatif.

» A la suite de nos recherches antérieures (6), nous avons été amenés à étudier la dissolution du platine dans les cyanures, qui est de beaucoup plus importante que celle indiquée par les auteurs précités.

» *Cyanure de potassium.* — Le platine est rigoureusement inattaquable dans le cyanure de potassium lorsqu'il sert d'anode. C'est précisément une lame de ce métal que l'on utilise dans la dorure à chaud; en la plongeant plus ou moins l'ouvrier règle ainsi l'intensité du courant suivant l'effet qu'il désire obtenir. L'électrode employée sert indéfiniment.

» La dissolution par le courant alternatif (fréquence 42) s'effectue très bien. Nos essais ont été faits avec des lames de $1 \times 5 = 5^{cm^2}$, et une solution à $4^{mol\text{-}g}$ par litre. Pour une densité de courant variant de 20 à 80 ampères par décimètre carré, cette dissolution s'élève de $0^g,4$ à $0^g,6$ par ampère-heure, c'est-à-dire correspond à un rendement de 10 à 15 pour 100; ce rendement étant établi, à titre de simple indication, comme le rapport du poids de métal dissous au poids calculé d'après la quantité d'électricité fournie à l'appareil. Cette attaque du platine est donc très importante puisque l'on peut dissoudre une lame de $\frac{1}{10}$ de millimètre d'épaisseur en 25 minutes avec une densité de courant de 80 ampères par décimètre carré.

» Avec l'acide chlorhydrique concentré, toutes conditions égales, la perte de platine

(1) De la Rive, *Comptes rendus*, t. IV, 1837, p. 835 et 909.

(2) Drechsel, *Journal für praktische Chemie*, 2e série, t. XX, 1879, p. 378; t. XXII, 1880, p. 476.

(3) Gerdes, *Journal für praktische Chemie*, 2e série, t. XXVI, 1882, p. 257. Danneel (*Zeitschrift für Elektrochemie*, t. VI, 1899, p. 275) signale un travail identique. Nous n'avons pu retrouver le Mémoire, et pensons que ce travail, attribué par erreur à Erdmann, n'est autre que celui de Gerdes.

(4) Margules, *Annalen der Physik und Chemie*, 2e série, t. LXV, 1898, p. 629; t. LXVI, 1898, p. 540.

(5) Ruer, *Zeitschrift für Elektrochemie*, t. IX, 1903, p. 235.

(6) André Brochet et Joseph Petit, *Comptes rendus*, t. CXXXVIII, 1904, p. 359 et 419.

est de $0^g,04$ par ampère-heure, ce qui correspond à un rendement de 1 pour 100 environ.

» *Cyanure de baryum.* — Il se comporte de la même façon mais le rendement est moindre. Il est seulement de 7,5 à 11 pour 100 avec une densité de courant de 15 à 60 ampères par décimètre carré, soit $0^g,25$ à $0^g,40$ par ampère-heure, la solution étant à 2^{mol-g} environ par litre. La réaction est la suivante :

$$Pt + 2Ba(CN)^2 + 2H^2O = Pt(CN)^4Ba + Ba(OH)^2 + H^2.$$

» A côté de cette réaction il y a production d'un peu d'anhydride carbonique et d'ammoniaque provenant de la destruction du cyanure, il y a formation également de traces d'acide nitrique que l'on retrouve à l'état de nitrate de baryum dans les derniers résidus.

Nos recherches nous ont conduit à l'étude d'un procédé de fabrication des platinocyanures, notamment celui de baryum, sur lequel nous reviendrons ultérieurement. Faisons simplement remarquer que dans la préparation actuelle il faut obtenir successivement les chlorures platiniques et platineux, les platinocyanures de potassium et de cuivre. Finalement ce dernier sel est traité par l'eau de baryte. Les opérations sont longues et pénibles en raison des impuretés à éliminer. Par notre procédé, le platine est dissous directement dans le cyanure de baryum (ou autre); il suffit de filtrer et de faire cristalliser. La dépense d'énergie électrique est très faible, elle correspond à peu près à 8 kilowattheures par kilogramme de platinocyanure de baryum.

» *Action comparative du fer et du cobalt.* — Nous avons signalé précédemment que le fer et le cobalt se comportent d'une façon identique au platine mais le rendement est plus important. Pour le fer, comme pour le platine, il varie très peu avec la densité de courant. Un ampère-heure dissout environ $0^g,30$ de fer dans les limites très étendues de 5 à 100 ampères par décimètre carré. Le cobalt, au contraire, se dissout d'autant mieux que la densité de courant est plus forte. Pour une variation de celle-ci de 5 à 25 ampères par décimètre carré la dissolution s'est élevée de $0^g,25$ à $0^g,75$ par ampère-heure.

» L'action de la température est très marquée dans le cas du fer, la quantité de ce métal dissous par ampère-heure variant de $0^g,35$ à $0^g,65$ pour une élévation de température de 23° à 100°.

» *Conclusions.* — Le platine se comporte comme le fer et le cobalt vis-à-vis du courant alternatif et se dissout avec la plus grande facilité dans les cyanures. Ce point est d'autant plus intéressant que ce métal offre une résistance toute spéciale aux agents chimiques. La raison d'être de cette dissolution que rien ne pouvait faire supposer, nous paraît très intéressante au point de vue théorique. Nous en poursuivons l'étude (1). »

---

(1) L'étude de la variation de la fréquence en utilisant, comme l'ont fait Le Blanc et Schick, une série de courants alternativement positifs ou négatifs donnera vraisemblablement des résultats tout différents de ceux obtenus avec le cuivre. Si le platine, le fer

CHIMIE. — *Sur l'origine des rayons Blondlot dégagés pendant les réactions chimiques.* Note de M. **Albert Colson**, présentée par M. H. Becquerel.

« Les radiations de M. Blondlot m'ont permis de constater (¹) que les sels formés par des bases condensées telles que $Zn^2O^3H^2$ se comportent chimiquement d'une autre manière que les sels issus des bases normales ZnO ou $Zn(OH)^2$. Je me propose actuellement de rechercher si les différences des radiations qui m'ont révélé ces faits sont exclusivement dues à la différence des actions chimiques, ou si elles proviennent d'actions physiques telles que l'inégale contraction des précipités ou des liquides, etc.

» Remarquons d'ailleurs que, les phénomènes chimiques étant en rapport avec ces changements physiques, les rayons Blondlot restent en tout cas de précieux auxiliaires pour le chimiste.

» Je vais d'abord établir que la formation de *précipités physiques*, et j'entends par là les corps sortant de leur dissolution, peut agir sur la luminosité du sulfure de calcium. Par exemple, une dissolution de sulfate d'alumine mélangée avec une dissolution saturée de sulfate de potasse, à la température ordinaire, ne donne aucune radiation N ou N_1; mais en faisant cesser la sursaturation de l'alun dont les éléments se trouvent en dissolution, j'ai constaté une apparition de rayons N_1. De même, le sulfate de soude en solution sursaturée dégage des rayons N_1 quand on fait cesser sa sursaturation par addition d'un cristal, et les radiations cessent quand le sulfate est déposé.

» Dans ces expériences conseillées par M. Potier la température s'élève. Or, d'après M. Blondlot, l'eau chaude produit des rayons N et non des rayons N_1. Donc, les effets constatés ne proviennent pas de l'échauffement de l'eau, mais du dépôt du sel ou de la contraction qui en résulte.

» J'ai cherché à éliminer le phénomène de précipitation en étudiant des modifications chimiques faites au sein de l'eau, tous les corps restant dissous. Je me suis adressé aux sels de sesquioxyde de chrome, dont Berzélius, Lœvel, Schutzenberger, etc. ont signalé l'altération par la chaleur, altération que M. Recoura a remarquablement précisée :

» De l'*alun de chrome* en poudre, projeté dans l'eau froide, augmente l'éclat du sulfure de calcium, pendant que se fait la solution violette. Au contraire, si l'on se sert d'eau bouillante, et si la dissolution est rapide, l'émission de rayons N_1 est telle

---

et le cobalt se dissolvent, il est probable que la dissolution tendra vers zéro aussi bien avec une fréquence élevée qu'avec une fréquence basse, de sorte que cette dissolution passera par un maximum pour une valeur déterminée de la fréquence.

(¹) *Comptes rendus*, t. CXXXVIII, p. 902 (11 avril 1904).

que la phosphorescence du sulfure que l'eau chaude activait disparaît presque totalement. Or, dans ce dernier cas, la solution devient verte, attestant ainsi la transformation chimique du sel violet. J'ai d'ailleurs constaté directement, à l'aide de la méthode thermochimique de M. Recoura, qu'en solution bouillante 2^{mol} d'alun de chrome abandonnent 1^{mol} d'acide sulfurique SO^4H^2. Donc la dissolution de l'alun de chrome émet des rayons N, tandis que sa décomposition par l'eau émet des rayons N_1. Cela ne prouve cependant pas que ces rayons N_1 soient dus au dédoublement chimique du sel, car, la dissolution de l'alun de chrome absorbant de la chaleur, ainsi que la décomposition par l'eau de ce sel dissous, le refroidissement brusque produit par ces deux actions physiques pourrait être la cause des rayons N_1. De fait, j'ai constaté qu'un refroidissement brusque du liquide, en dehors d'une action chimique, provoque une abondante émission de rayons N_1, tandis que M. Blondlot a montré que l'échauffement de l'eau produit des rayons N : il m'a suffi de verser de l'eau froide dans de l'eau bouillante pour obtenir ces rayons N_1. Comme, en outre, d'autres sels, indécomposables par l'eau, produisent des effets analogues à ceux de l'alun de chrome, il me paraît certain que le rapide abaissement de température qui se fait dans la région où le corps entre en dissolution, et d'où partent les radiations, n'est pas étrangère à l'émission des rayons N_1.

» *En résumé*, les actions chimiques qui émettent des rayons Blondlot sont toujours accompagnées d'actions physiques (contraction, refroidissement, etc.) qui agissent dans le même sens. Et comme certaines réactions vives (précipitation de sels, d'oxydes, etc.) n'émettent aucune radiation N ou N_1, c'est qu'il n'existe pas de proportionnalité entre l'intensité des réactions chimiques et l'émission de ces rayons. C'est précisément ce manque de proportion qui rend utile au chimiste l'emploi des rayons Blondlot, en permettant de déceler des réactions secondaires ou délicates, souvent masquées par des réactions vives. J'ai déjà cité des exemples (*Comptes rendus*, p. 902); j'en signalerai d'autres. »

CHIMIE PHYSIQUE. — *Sur l'acide cacodylique et les corps amphotères.* Note de MM. **P.-Th. Muller** et **Ed. Bauer**, présentée par M. A. Haller.

« Dans une étude physico-chimique récente de l'acide cacodylique M. J. v. Zawidzki [1] établit que cet acide est amphotère, c'est-à-dire qu'il jouit en même temps de propriétés basiques, du reste assez peu prononcées. Il crut démontrer aussi que l'acide cacodylique présente une propriété caractéristique des pseudo-acides, c'est-à-dire de ces corps dont

(1) Zawidzki, *Ber.*, t. XXXVI, 1903, p. 3325.

l'action possède une autre constitution que la molécule complète, non ionisée, et qui subissent partant une transposition en passant à l'état de sel.

» A la suite de cette publication M. Hantzsch (¹) fit observer que certaines conclusions de Zawidzki sont erronées et que l'hydrolyse du sel de soude de l'acide cacodylique répond à sa constante d'affinité $k = 4,2 \times 10^{-7}$, à 25°, en d'autres termes l'acide cacodylique, en tant qu'acide monobasique $(CH^3)^2AsO^2H$, est un acide normal.

» Nous étions arrivés de notre côté à faire la même remarque en nous appuyant sur notre méthode optique différentielle de diagnose des pseudo-acides (²). Nous indiquons d'autant plus volontiers nos résultats qu'aucun des procédés d'investigation concernant les pseudo-acides n'est à l'abri de toute critique, pas même le procédé électrochimique de M. Hantzsch dont la base théorique vient d'être ébranlée par les calculs de M. H. Kauffmann (³).

» Nous avons trouvé pour la réfraction moléculaire (raie D) de l'acide cacodylique le nombre 23,95; le sel de sodium a donné 25,53; dans les deux cas on a opéré en solution aqueuse sensiblement quart-normale et à la même température (20°). La différence 1,58 est celle qui caractérise les acides faibles carboxylés. L'optique, très sensible aux changements de constitution, ne décèle donc aucune transposition.

» Cette conclusion, qui est d'accord avec celle de Hantzsch, est encore confirmée par une conséquence que l'on peut tirer de la chaleur de neutralisation de l'acide cacodylique par la soude. M. Imbert (⁴) a trouvé ce système homogène dissous, $14^{Cal},11$. La chaleur d'ionisation de l'acide cacodylique est donc égale à environ $+ 0^{Cal},4$, comme pour l'acide acétique (mais de signe contraire); il en résulte que la variation relative du coefficient d'affinité K, sous l'action de la température $\left(\frac{1}{K}\frac{dK}{dT}\right)$, est celle des acides ordinaires. L'acide cacodylique n'a pas le coefficient de température anormal que lui suppose Zawidzki (⁵) à la suite d'une critique de ses propres expériences.

» *En résumé,* les divers procédés physico-chimiques concordent pour attribuer à l'acide cacodylique et à son sel de soude la même constitution; il en suit qu'un corps amphotère n'est pas nécessairement un pseudo-acide. »

(¹) HANTZSCH, *Ber.*, t. XXXVII, 1904, p. 1076.

(²) P.-TH. MULLER, *Comptes rendus*, t. CXXXIV, 1902, p. 664. — P.-TH. MULLER, *Journ. de Chim. phys.*, t. I, 1903, p. 203.

(³) KAUFFMANN, *Zeit. f. physik. Ch.*, t. XLVII, 1904, p. 618.

(⁴) IMBERT, *Comptes rendus*, t. CXXIX, 1899, p. 1245.

(⁵) ZAWIDZKI, *Ber.*, t. XXXVII, 1904, p. 154. Avec les nombres de Zawidzki on calcule une chaleur d'ionisation égale à $- 0^{Cal},125$.

CHIMIE. — *Réduction de la silice par l'hydrogène.* Note de M. **A. Dufour**, présentée par M. J. Violle.

« I. La silice est réduite par l'hydrogène à une température supérieure à celle du point de fusion du silicium.

» Voici quelques expériences qui montrent cette réduction :

» 1° Un tube en silice fondue, horizontal, par exemple, est parcouru par un courant d'hydrogène pur et sec. On chauffe jusqu'au ramollissement la paroi inférieure du tube, avec la flamme du chalumeau oxhydrique; on voit immédiatement se faire un dépôt brun à l'intérieur, au-dessus de l'endroit chauffé, là où la température est encore assez élevée, quoique bien inférieure à celle du point le plus chaud.

» Ce dépôt paraît être un mélange de silicium et de silice : l'acide fluorhydrique du commerce le détache de la paroi sans le dissoudre en apparence; après lavage à l'eau, une goutte de potasse donne un dégagement de bulles en certains points, puis l'attaque s'arrête; on traite à nouveau par l'acide fluorhydrique, la potasse donne ensuite le même résultat que ci-dessus. L'eau régale fluorhydrique dissout le tout.

» 2° Parfois le dépôt est formé uniquement de silice en certains points et il peut offrir des apparences curieuses.

» Un tube de silice, rempli de coton de même substance, est chauffé au chalumeau oxhydrique pendant que le courant d'hydrogène le traverse. Après un temps suffisant, le coton, qui était soyeux au début de l'expérience, prend un aspect laiteux; sous le microscope, on voit que chaque fil de silice est recouvert d'un grand nombre de filaments très ténus qui semblent émerger de la paroi du fil. Ces filaments présentent les caractères de la silice capillaire : ils sont insolubles dans les acides sauf l'acide fluorhydrique et ne semblent pas biréfringents.

» 3° Une baguette de silice chauffée jusqu'à fusion dans la flamme du chalumeau oxhydrique perd sensiblement de son poids : une baguette pesant 970^{mg} a perdu 500^{mg} en 15 minutes. On peut d'ailleurs voir des fumées de silice s'échapper dans le haut de la flamme.

» Ces phénomènes peuvent s'expliquer de la manière suivante : aux points où la température est la plus élevée, la silice est réduite par l'hydrogène avec formation d'hydrogène silicié ([1]) et de vapeur d'eau. Aux endroits où la température est un peu moins élevée, la réaction inverse se produit : il se reforme de la silice et de l'hydrogène; quand cette réaction inverse n'est pas complète, comme dans le cas de la première expérience, la partie de l'hydrogène silicié non oxydée se décompose, par

---

([1]) A. Dufour, *Comptes rendus*, séance du 25 avril 1904.

suite de l'abaissement de température, en silicium et hydrogène, d'où la formation du dépôt mélange de silice et de silicium.

» II. On pourrait être tenté d'expliquer les phénomènes décrits ci-dessus par une volatilisation de la silice, et même d'attribuer la présence de silicium dans le dépôt fourni par les tubes à un commencement de dissociation de la silice à cette température élevée. Je vais montrer que, dans mes expériences, aucune de ces deux hypothèses n'est admissible.

» 1°. La volatilisation de la silice est insensible aux températures atteintes dans mes expériences, bien qu'il soit certain que, à la température notablement plus élevée du four électrique, la silice se volatilise très nettement (¹).

» En effet, si les dépôts qui se forment à chaud dans les tubes de silice parcourus par un courant d'hydrogène étaient dus à une volatilisation de la paroi, on devrait aussi les obtenir quand on fait circuler dans ces tubes un gaz quelconque. Trois tubes de silice identiques ont été chauffés dans les mêmes conditions : même vitesse du courant gazeux, égale durée de la chauffe, égalité de température, autant que possible. Le premier tube parcouru par un courant d'hydrogène a donné le dépôt, déjà décrit, sur la paroi intérieure; dans le second, où passait un courant d'oxygène, aucun dépôt n'est apparu; il en fut de même pour le troisième traversé par un courant d'oxyde de carbone.

» L'expérience suivante montre que le phénomène est d'autant plus net que le gaz est plus riche en hydrogène : une même baguette fut chauffée à la même température et pendant le même temps par la flamme du chalumeau alimenté soit par de l'oxyde de carbone et de l'oxygène, soit par du gaz d'éclairage et de l'oxygène, soit enfin par de l'hydrogène et de l'oxygène. Les robinets d'admission des gaz furent réglés de manière que, dans les trois cas, l'éclat de la silice fût sensiblement le même. Après avoir été chauffée par le chalumeau à oxyde de carbone, elle a perdu $0^{mg},5$; sous l'action de la seconde flamme, son poids a diminué de 24^{mg}; enfin la troisième flamme lui a enlevé 40^{mg}.

» 2° Si, à cette haute température, la silice subit un commencement de dissociation, cette disssociation sera facilitée en faisant passer dans le tube un courant d'azote; on devra voir sur les parties les plus froides du tube un dépôt quelconque. L'expérience montre que, dans ces conditions, aucun dépôt ne se produit dans le tube.

» *En résumé*, la silice est réduite à haute température par l'hydrogène; il se fait de l'hydrogène silicié et de l'eau; la réaction inverse est possible.

» Cette réduction explique le phénomène de la dévitrification apparente des tubes de silice quand on les travaille au chalumeau (²). Elle permet de donner aussi une explication satisfaisante des expériences de Boussin-

---

(¹) Moissan, *Comptes rendus*, t. CXVI, 1893, p. 1222.

(²) A. Dufour, *Journal de Physique*, 4e série, t. II, 1903, p. 505.

gault (¹) et de Schutzenberger (²) sur la siliciuration, à distance, du platine par la silice, dans une atmosphère d'hydrogène. »

CHIMIE. — *Sur les alliages zinc-aluminium.* Note de M. **Hector Pécheux**, présentée par M. J. Violle.

« J'ai essayé d'allier le zinc et l'aluminium dans toutes les proportions, et j'ai réussi à obtenir neuf alliages bien définis (³), répondant aux formules suivantes : Zn^3Al, Zn^2Al, $ZnAl$, $ZnAl^2$, $ZnAl^3$, $ZnAl^4$, $ZnAl^6$, $ZnAl^{10}$, $ZnAl^{12}$. Je les ai coulés en lingots cylindriques de 1^{cm} de diamètre et en baguettes de $2^{mm},70$ de diamètre.

» La fusion de ces alliages présente une particularité intéressante, qu'explique la grande chaleur de fusion du zinc, 28,13 : quand on projette, dans l'aluminium fondu (650°), le zinc solide, à la température ordinaire, ce dernier fond légèrement au contact de l'aluminium, puis tout l'aluminium se solidifie; il faut alors donner un coup de feu, pour obtenir la fusion des deux métaux, qui se mélangent ensuite intimement.

» La coulée de ces alliages se fait sans liquation. On obtient un lingot très homogène, brillant, dur, inaltérable à l'air humide, présentant, sur une cassure, un grain serré; les points de fusion de ces alliages s'échelonnent, de Zn^3Al à $ZnAl^{12}$, entre ceux du zinc et de l'aluminium. Les densités respectives des neuf alliages, de Zn^3Al à $ZnAl^{12}$, sont (à 16°) : 5,704; 5,488; 4,639; 3,685; 3,638; 3,400; 3,140; 3,084; 3,040.

» Ils sont tous cassants; les plus durs (Zn^3Al, Zn^2Al), comme les plus mous ($ZnAl^6$, $ZnAl^{10}$, $ZnAl^{12}$). Les alliages Zn^3Al, Zn^2Al présentent, sur une cassure, quelques cristaux emprisonnés dans une pâte grenue; les sept autres alliages ne présentent pas de cristaux. Les trois premiers sont peu sonores; les six derniers présentent une belle sonorité, qui croît de $ZnAl^2$ à $ZnAl^{12}$.

» La coulée de ces alliages, assez facile pour les cinq premiers, devient de plus en plus difficile à partir de $ZnAl^4$: la masse fondue étant pâteuse.

» Le plus riche en zinc (Zn^3Al) a une tendance à s'enflammer à la température de sa fusion : il faut le couler sans l'agiter; ce fait ne se produit pas avec les suivants.

» L'*acide chlorhydrique,* concentré ou étendu, attaque très vivement, à froid, tous

---

(¹) Boussingault, *Ann. de Chim. et de Phys.*, 5ᵉ série, t. VIII, 1876, p. 145.

(²) Schutzenberger, *Comptes rendus,* t. CXVI, 1893, p. 1230.

(³) L'*Encyclopédie* de Frémy (le seul Ouvrage, à ma connaissance, qui en parle) ne cite que les deux alliages à 97 pour 100 (malléable) et à 30 pour 100 d'aluminium (*cristallin* et cassant).

ces alliages. L'*acide azotique* concentré n'attaque, à froid, que Zn^3Al, Zn^2Al, ZnAl en dégageant du protoxyde d'azote; l'attaque des autres alliages est très faible. L'acide étendu attaque faiblement, à froid, les cinq premiers. A chaud, ils sont tous attaqués par l'acide azotique, concentré ou étendu, avec dégagement de bioxyde d'azote. L'*acide sulfurique* concentré les attaque tous, assez vivement. La *potasse caustique,* concentrée et froide, attaque vivement Zn^2Al, ZnAl, $ZnAl^2$, $ZnAl^3$, $ZnAl^4$; les alliages $ZnAl^6$, $ZnAl^{10}$, $ZnAl^{12}$ sont très faiblement attaqués, ainsi que le premier Zn^3Al; à chaud, tous sont vivement attaqués; la potasse étendue et froide attaque très vivement $ZnAl^6$, $ZnAl^4$, $ZnAl^3$; dans toutes ces attaques, il se forme un zincate et un aluminate de potassium. Le *gaz sulfhydrique* ne les attaque pas à froid. Enfin, l'*eau distillée* ne les attaque ni à froid, ni à 100°. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Action du chlorure de diazobenzène sur la diphénylamine.* Note de MM. **Léo Vignon** et **A. Simonet**, présentée par M. A. Haller.

« Le composé diazoaminé correspondant à l'action du chlorure de diazobenzène sur la diphénylamine n'a pas été obtenu.

» Nous avons préparé ce corps à l'état de pureté, par une méthode qui semble susceptible de généralisation et que nous avons l'intention d'étendre aux produits de copulation de la diphénylamine et des bases analogues.

» *Préparation du phényldiazoamidobenzène.* — A une solution alcoolique contenant 1^{mol} de chlorhydrate d'aniline et un peu moins de 1^{mol} de diphénylamine, on ajoute 1^{mol} de nitrite de sodium en solution aqueuse, la température du mélange devant être de 18° à 20°; après un quart d'heure, on précipite le corps formé par de l'eau glacée.

» Les proportions suivantes nous ont donné les meilleurs résultats : 10^g aniline, $9^{cm^3},5$ HCl à 22°, $17^g,5$ diphénylamine, 350^{cm^3} alcool à 93°, $7^g,4$ AzO^2Na dissous dans 50^{cm^3} d'eau à 18°-20°; réaction, 15 minutes; précipitation par 500^{cm^3} d'eau à 0°.

» Le précipité, recueilli par filtration à la trompe, lavé à l'eau glacée, séché sur brique en plâtre, pèse 30^g environ; il est constitué par un corps jaune cristallisé en paillettes, très soluble dans l'alcool. On le purifie facilement par dissolution dans l'alcool et précipitation fractionnée par l'eau; en effectuant trois fois le traitement (dissolution de 30^g de produit brut dans 150^{cm^3} d'alcool à 93°, précipitation par 50^{cm^3} eau et en rejetant chaque fois le produit dissous), on obtient finalement un produit pur qui, étant séché sur brique poreuse, pèse environ 20^g et renferme 12,6 pour 100 d'eau.

» Ce corps, desséché à la température ordinaire dans le vide au-dessus de l'acide sulfurique, est en paillettes cristallines jaune clair.

» *Analyses.* — Nous avons dosé le carbone, l'hydrogène, l'azote total; l'azote

diazoïque a été dosé en chauffant un poids donné de substance avec de l'acide sulfurique à 50 pour 100 d'eau et en mesurant l'azote dégagé. Voici les résultats :

	Calculé pour $C^6H^5Az^2(C^6H^5)^2$.	Trouvé.
Carbone	79,12	78,58
Hydrogène	5,49	6,29
Azote total	15,38	15,71
	99,99	100,58
Azote diazoïque	10,25	8,60

» *Propriétés.* — Corps peu stable, se décompose lentement à l'air, à la température ordinaire en noircissant; chauffé, il commence à se décomposer assez rapidement à 100°; de 175° à 180°, il décrépite en produisant de petites détonations.

» Point de fusion, 47°; insoluble dans l'eau, légèrement soluble en rose dans l'eau contenant 10 pour 100 HCl; la solution dégage de l'azote par élévation de température, presque insoluble dans les dissolutions alcalines, très soluble dans l'alcool, l'éther et la benzine.

» Le corps a une réaction faiblement basique : on peut former un chlorhydrate par un courant de HCl sec passant dans sa solution benzénique. Ce chlorhydrate est violet, il est peu stable, il se décompose à l'air, se dissocie par addition d'eau et fond en se décomposant vers 135°.

» Le chlorure de platine donne une combinaison qui s'obtient facilement en ajoutant à une solution alcoolique de 2^{mol} de phényldiazoamidobenzène une solution aqueuse renfermant 1^{mol} $PtCl^4$ et 2^{mol} HCl : on obtient un corps jaune rougeâtre, se décomposant sans fondre vers 100°-105°, dégageant de l'azote par les acides étendus.

» L'action des acides met hors de doute la constitution du corps préparé. Les acides étendus à 10 pour 100 le décomposent à 50°-60°. Les acides à 50 pour 100 donnent une décomposition déjà sensible à 25°. Ces produits de décomposition sont constitués par de l'azote, de la diphénylamine et du phénol suivant :

$$C^6H^5.Az = Az.(C^6H^5)^2 + H^2O = C^6H^5.OH + (C^6H^5)^2AzH + Az^2.$$

» Ce phényldiazoamidobenzène se transforme presque complètement en dérivé amidoazoïque, suivant la migration connue quand on le chauffe à 70° pendant 48 heures, en observant les conditions de concentration et de temps favorables (20^{mol} de diphénylamine, $0^{mol},2$ de chlorhydrate de diphénylamine, 1^{mol} de phényldiamidobenzène).

» *En résumé,* le corps obtenu est bien constitué par du phényldiazoamidobenzène

$$C^6H^5.Az = Az.Az(C^6H^5)^2.$$

» La méthode employée pour le préparer paraît s'appliquer à la préparation de toute une série de corps diazoamidés nouveaux, dérivés de la diphénylamine et des bases analogues. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur les allyl- et propényl-alcoylcétones.* Note de M. **E.-E. Blaise**, présentée par M. A. Haller.

« De mes recherches antérieures sur ce sujet il résulte que, sous des influences diverses, même très faibles, la liaison éthylénique des allylalcoylcétones émigre de la position $\beta\gamma$ à la position $\alpha\beta$. Cette conclusion comporte, cependant, une objection. On pourrait, en effet, supposer que les cétones, considérées comme isomères par la position de la liaison éthylénique, constituent, en réalité, des isomères stéréochimiques, fumarique et maléique, tous deux de nature propénylique. L'éthylpropénylcétone, par exemple, peut exister sous les deux formes suivantes :

$$C^2H^5-CO\diagdown_{H\diagup}C=C\diagup^{CH^3}_{\diagdown H}, \qquad C^2H^5-CO\diagdown_{H\diagup}C=C\diagup^{H}_{\diagdown CH^3}.$$

» Cette hypothèse est, *a priori*, peu vraisemblable, car elle suppose que, dans la condensation même du nitrile avec l'iodure d'allyle, il y a eu transposition intégrale de la liaison éthylénique. J'ai montré, en effet, que, lorsque l'on opère avec les précautions voulues, on n'obtient qu'un seul isomère. Néanmoins, pour détruire tout doute à ce sujet, j'ai cherché à appuyer la constitution des allyl- et propényl-alcoylcétones sur des vérifications expérimentales directes. Ces recherches sont très délicates, par suite de l'extrême sensibilité des cétones allylées aux réactifs chimiques un tant soit peu énergiques. J'indiquerai immédiatement que les recherches par oxydation ne m'ont conduit à aucun résultat précis, ce qui tient évidemment à ce qu'il est impossible d'effectuer une oxydation en milieu rigoureusement neutre. Ce milieu est toujours plus ou moins acide ou alcalin et détermine, par suite, la transformation, au moins partielle, des cétones allylées en cétones propénylées. J'ai cependant atteint le but poursuivi par l'étude de l'action de l'hydroxylamine, de la semicarbazide et du brome sur les cétones allylées et propénylées.

» La différenciation, dans les deux premiers cas, est basée sur ce fait connu que la liaison éthylénique en position $\alpha\beta$ jouit de propriétés additives beaucoup plus marquées que la même liaison en position $\beta\gamma$.

» Lorsqu'on traite deux cétones, l'une allylée et l'autre propénylée, isomères, par une molécule de chlorhydrate d'hydroxylamine neutralisée exactement par la quantité correspondante de carbonate de potassium à froid, on obtient simplement deux

monoximes qui sont différentes entre elles. Mais si l'on emploie deux molécules d'hydroxylamine par molécule de cétone, dans les mêmes conditions que précédemment, on constate qu'une cétone allylée se comporte différemment de son isomère propénylée. En effet, la cétone allylée donne presque exclusivement une monoxime identique à celle qui se forme par action d'une seule molécule d'hydroxylamine; au contraire, la cétone propénylée donne une hydroxylaminooxime, soluble dans l'eau et fournissant un dérivé dibenzoylé. Il est à remarquer que, pour constater cette action différentielle de l'hydroxylamine, il est indispensable que la liqueur ne renferme pas la moindre trace de carbonate alcalin libre et que la température ne soit pas supérieure à la température ordinaire. Faute d'observer ces précautions, la cétone allylée se transpose toujours, au moins partiellement, et l'on obtient des quantités plus ou moins considérables de l'hydroxylaminooxime correspondant à la cétone propénylée isomère.

» L'action de la semicarbazide est également très caractéristique. Avec deux molécules de semicarbazide en milieu acétique, une cétone allylée donne presque instantanément un abondant précipité de monosemicarbazone qui ne subit pas de modification consécutive, au bout de quelques heures. Une cétone propénylée, au contraire, ne fournit, par agitation prolongée, qu'un précipité presque insignifiant et qui se redissout en grande partie. Si l'on filtre à ce moment la liqueur et si on l'abandonne à elle-même, elle dépose peu à peu un précipité abondant de semicarbazosemicarbazide.

» Cette fixation de l'hydroxylamine et de la semicarbazide sur la liaison éthylénique des propénylcétones est en accord avec les travaux de Harries et de Rupe.

» Enfin, l'action du brome permet encore de caractériser, quoique moins facilement, la position de la liaison éthylénique. Elle conduit, dans le cas des cétones propénylées, à une réaction intéressante. Les cétones allylées et propénylées fixent le brome avec une extrême énergie, mais, dans le cas des cétones allylées, il se forme toujours, dans les conditions ordinaires, une certaine quantité d'acide bromhydrique qui détermine une transposition partielle. Il est de toute nécessité d'effectuer la fixation de l'halogène à une température qui ne dépasse pas $-60°$ à $-80°$. Les bromures obtenus avec les cétones allylées ou propénylées sont des liquides très altérables et non distillables dans le vide. Ils ne sont donc pas caractéristiques par eux-mêmes, mais ils donnent, par action des carbonates alcalins, en solution aqueuse et à l'ébullition, une réaction différentielle très nette. Avec les bromures correspondant aux allylcétones, le liquide qui se condense dans le réfrigérant est parfaitement incolore; avec les bromures des cétones propénylées, au contraire, il prend une coloration jaune verdâtre très intense. Si l'on isole le produit qui se forme dans ce dernier cas, on constate qu'il est constitué par une α-dicétone qu'on caractérise aisément par transformation en osazone. C'est une réaction intéressante qui permet de passer d'une cétone non saturée $\alpha\beta$ à une α-dicétone. Elle repose évidemment sur le mécanisme suivant :

$$\mathrm{R-CO-CHBr-CHBr-CH^3 \rightarrow R-CO-CBr=CH-CH^3 \rightarrow R-CO-C(OH)}$$
$$\mathrm{=CH-CH^3 \rightarrow R-CO-CO-CH^2-CH^3}.$$

» Les résultats exposés ci-dessus ne peuvent laisser aucun doute sur la

constitution des cétones non saturées isomères qui sont bien, les unes, propénylées, et les autres, allylées.

» Par suite, l'extrême facilité avec laquelle les cétones allylées se transforment en cétones propénylées est elle-même un fait acquis. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Application de la réaction de Grignard aux éthers halogénés des alcools tertiaires.* Note de M. L. **Bouveault**, présentée par M. A. Haller.

« La réaction de Grignard ne s'applique, d'après son auteur, qu'aux éthers halogénés des alcools primaires et secondaires. J'ai réussi à la produire dans le cas des chlorures de butyle et d'amyle tertiaires, mais j'ai constaté que les dérivés organomagnésiens ainsi obtenus n'obéissent que partiellement aux règles posées par M. Grignard. La condensation avec le magnésium se fait à la manière ordinaire, mais il faut maintenir le mélange entre 5° et 15°. A une température plus élevée devient prépondérante une réaction secondaire inévitable qui est la suivante :

$$2C^4H^9Cl + Mg = MgCl^2 + C^4H^{10} + C^4H^8.$$

» L'acide carbonique sec est absorbé, quoique assez lentement, par la solution magnésienne, et l'on obtient sans difficulté l'acide correspondant. Le chlorure de butyle fournit de l'acide pivalique pur et cristallisé avec un rendement de 30 pour 100; le chlorure d'amyle, l'acide éthyldiméthylaritique avec un rendement de 60 pour 100. Les deux dérivés magnésiens se comportent donc normalement vis-à-vis de l'acide carbonique.

» A la température ordinaire, le formiate d'éthyle se condense avec 2^{mol} de réactif de Grignard en donnant un alcool secondaire

$$\begin{array}{c} R-Mg-Cl \\ + \\ H-CO-OC^2H^5 \\ + \\ R-MgCl \end{array} = Mg\begin{array}{l}\diagup Cl \\ \diagdown OC^2H^5\end{array} + H-\begin{array}{c}R\\|\\C\\|\\R\end{array}-O-MgCl$$

mais M. Gattermann a fait voir qu'en opérant aux environs de —50° on pouvait obtenir aussi la réaction monomoléculaire

$$H-CO-OC^2H^5 + R-MgCl = R-CO-H + Mg\begin{array}{l}\diagup Cl \\ \diagdown OC^2H^5\end{array},$$

qui donne naissance à une aldéhyde.

» J'ai fait tomber du formiate de méthyle dissous dans l'éther absolu dans le dérivé magnésien de chlorure de butyle tertiaire maintenu entre —10° et —15° par un bon

mélange réfrigérant. En reprenant par l'acide chlorhydrique étendu, j'ai constaté que l'éther ne gardait en solution qu'une assez faible portion de produit organique bouillant de 100° à 115°. Pour en extraire l'alcool qui y était contenu, j'ai traité pendant 4 à 5 heures ce mélange par de l'acide pyruvique à 130°-140°, puis j'ai distillé. Il passe d'abord de l'eau mélangée à une huile d'odeur aldéhydique et de 150° à 180°, le mélange de pyruvate et d'acide pyruvique en excès que j'ai saponifié aussitôt et dont j'ai retiré sans difficulté un alcool bouillant à 113°, d'odeur de bornéol et cristallisant aussitôt. Après recristallisation dans l'éther de pétrole il fond à 48°. Il est donc identique à l'alcool triméthyléthylique préparé pour la première fois par M. Tissier.

» Quant au liquide aldéhydique, je l'ai traité par la semicarbazide et j'ai obtenu une semicarbazone très bien cristallisée, qui fond à 192° en se sublimant et constitue la semicarbazone de l'aldéhyde triméthyléthylique, comme mon analyse l'a établi.

» La condensation nous a donc fourni une petite quantité d'aldéhyde, une notable quantité d'alcool primaire et pas du tout d'alcool secondaire. Il est extrêmement vraisemblable que le dérivé magnésien qui devait donner naissance à ce dernier se dédouble suivant l'équation

$$
\begin{array}{rcl}
& CH^3 & \\
& | & \\
CH^3 - & C & - CH^3 \\
& | & \\
& CH & - O - MgCl \\
& | & \\
CH^2 - & C & - CH^3 \\
& | & \\
& CH^3 &
\end{array}
=
\begin{array}{rcl}
& CH^3 & \\
& | & \\
CH^3 - & C & - CH^3 \\
& | & \\
& CH^2 & - O - MgCl \\
& + & \\
CH^2 = & C & - CH^3 \\
& | & \\
& CH^2 &
\end{array}
$$

» Ainsi se trouve expliqué le processus inattendu d'hydrogénation que divers savants russes ont déjà noté à propos des dérivés organométalliques du zinc (Garzarolli-Thurnlach, Schtscherbatow, Markownikoff, G. Wagner) et dont j'ai trouvé moi-même un autre exemple très frappant.

» Le diméthylformiamide réagit comme je l'ai montré récemment (*Comptes rendus*, t. LXXXVII, p. 987) sur les réactifs organomagnésiens en fournissant des aldéhydes; dans le cas du chlorure de butyle tertiaire j'ai obtenu en effet une très petite quantité d'aldéhyde que je n'ai pu que caractériser par sa semicarbazone fondant à 192°.

» Le diéthylformiamide réagissant sur le dérivé magnésien du chlorure d'amyle tertiaire ne m'a guère fourni que du triméthyléthylène et une substance basique bouillant à 165°-166° ou 52° sous 10^{mm} et dont la composition répond à la formule $C^{10}H^{23}Az$.

» Le diéthylformiamide a réagi sur deux molécules de dérivé magnésien

$$
\begin{array}{rcl}
& C^2H^5 & \\
& | & \\
CH^2 - & C & - CH^2 \\
& \diagdown & Mg - Cl \\
& + & \\
H - & CO & - Az\begin{cases} C^2H^5 \\ C^2H^5 \end{cases} \\
& + & \\
& \diagup & Mg\ Cl \\
CH^2 - & C & - CH^2 \\
& | & \\
& C^2H^5 &
\end{array}
= MgO + MgCl^2 +
\begin{array}{rcl}
& C^2H^5 & \\
& | & \\
CH^2 - & C & - CH^2 \\
& | & \\
H - & C & - Az\begin{cases} C^2H^5 \\ C^2H^5 \end{cases} \\
& | & \\
CH^2 - & C & - CH^2 \\
& | & \\
& C^2H^5 &
\end{array},
$$

» Mais cette amine tertiaire compliquée se détruit en prenant naissance et fournit les produits que j'ai recueillis, amylène et amine $C^{10}H^{23}Az$.

$$\begin{array}{c} C^2H^5 \\ | \\ CH^2-C-CH^2 \\ | \\ H-C-Az\left\langle\begin{array}{l}C^2H^5\\C^2H^5\end{array}\right. \\ | \\ CH^2-C-CH^2 \\ | \\ CH^2 \\ | \\ CH^3 \end{array} = \begin{array}{c} C^2H^5 \\ | \\ CH^2-C-CH^2 \\ | \quad / \\ CH^2-Az\left\langle\begin{array}{l}C^2H^5\\C^2H^5\end{array}\right. \end{array} + \begin{array}{c} CH^3-C-CH^2. \\ \| \\ CH \\ | \\ CH^3 \end{array} \text{»}$$

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur l'oxyde de méthyle bichloré symétrique.* Note de M. **Marcel Descudé**, présentée par M. A. Haller.

« L'oxyde de méthyle bichloré symétrique peut s'obtenir par l'action du chlore soit sur l'oxyde de méthyle (Regnault), soit sur l'oxyde de méthyle monochloré (De Sonay) (¹). Moi-même j'ai montré (*Comptes rendus*, 1901 et 1902) qu'il prend naissance, comme produit secondaire, dans l'action générale des chlorures d'acides sur le polyoxyméthylène, en présence du chlorure de zinc. Mais on ne connaissait jusqu'ici que des modes de formation et non un véritable procédé de préparation de cet important composé.

» En étendant aux chlorures négatifs, en général, les réactions si nettes observées avec les chlorures d'acides vis-à-vis du méthanal polymérisé, j'ai constaté que l'oxyde de méthyle bichloré prenait encore naissance et devenait le produit principal de la réaction, produit dont l'isolement est particulièrement commode. Je n'examinerai ici que l'action du trichlorure de phosphore.

» *Trichlorure de phosphore et* $(CH^2O)^n$. — Les deux corps ne réagissent bien qu'en présence d'un peu de chlorure de zinc fondu. Mélangés dans les proportions de 1^{mol} du premier pour 3^{mol} du second, la masse pâteuse obtenue s'échauffe rapidement, se liquéfie peu à peu et ne tarde pas à entrer en ébullition. Si l'on a adapté un réfrigérant à reflux, on constate, lorsque la réaction s'est calmée, que l'oxyde de méthylène a complètement disparu. D'autre part, il n'y a eu aucune perte de poids. Après refroidissement on a un liquide sirupeux, très peu coloré, que l'on distille sous pression réduite, en refroidissant énergiquement le ballon réfrigérant. On recueille ainsi un liquide incolore, mobile, constitué par de l'oxyde de méthyle bichloré symétrique

(¹) *Bull. Acad. Roy. Belg.*, 3e série, t. XXVI, p. 646.

pur; redistillé, sous la pression ordinaire, il passe *en entier* entre 102° et 105°. Comme rendement, on obtient un poids de produit environ égal à celui d'oxyde de méthylène employé.

» M. Louis Henry a fait connaître, il y a quelques années ([1]), un procédé très commode et très avantageux pour préparer le dérivé bromé correspondant et qui consiste à faire passer du gaz acide bromhydrique sec sur de l'oxyde de méthylène

$$2\,CH^2O + 2\,HBr = H^2O + BrCH^2 - O - CH^2Br.$$

» L'acide chlorhydrique ne se comporte pas de même, et, quel que soit le moyen employé, je n'ai pas pu faire réagir HCl sur $(CH^2O)^n$ sec. Parmi les divers modes opératoires essayés, le suivant a l'avantage de montrer que le trichlorure de phosphore se comporte exactement, dans le cas présent, comme les chlorures d'acides organiques :

» Dans le but de réaliser la réaction

$$PCl^3 + 6\,CH^2O + 3\,HCl = P\begin{cases} OH \\ OH \\ OH \end{cases} + 3\,(ClCH^2 - O - CH^2Cl),$$

j'ai fait passer HCl sec dans un mélange (3) de PCl^3 (1^{mol}) et de $(CH^2O)^n$ (6^{mol}). Le gaz n'est pas absorbé, et il n'y a même pas de réaction sensible. En ajoutant du chlorure de zinc, on observe presque aussitôt les mêmes particularités que précédemment. Lorsque la réaction est terminée, on ne constate ni perte ni augmentation de poids; en outre une notable proportion de méthanal reste inattaqué et disparaît à son tour par addition d'une nouvelle molécule de trichlorure de phosphore. HCl n'est donc pas intervenu et, de plus, 1^{mol} PCl^3 n'agit que sur 3^{mol} de CH^2O.

» Il semble donc vraisemblable d'admettre la formation, au moins passagère, d'un éther méthylique chloré de l'acide phosphoreux $[P(OCHCl)^3]$, ce dernier donnant naissance par une décomposition ultérieure à

$$(ClCH^2 - O - CH^2Cl)$$

ainsi qu'à d'autres dérivés méthyléniques complexes, ne distillant pas sans décomposition.

» PCl^3 *et solution aqueuse de méthanal.* — Lorsqu'on ajoute peu à peu, en refroidissant, du trichlorure de phosphore à une solution de formaldéhyde à 40 pour 100, l'acide chlorhydrique mis en liberté réagit sur CH^2O et, lorsqu'on ajoute 1^{mol} de PCl^3

([1]) *Bull. Acad. Roy. de Belgique*, 3e série, t. XXVI, n° 12.

pour $3(CH^2O)$, il se forme deux couches. La couche supérieure n'est autre que le produit obtenu par divers auteurs en saturant de HCl une solution de méthanal à son maximum de concentration. Ces auteurs, notamment Lösekann (1), G.-H. Coops (2), Litterscheid (3), ne sont nullement d'accord sur la composition et la constitution de ce produit que j'ai examiné à nouveau. De l'étude que j'en ai faite il résulte que l'on se trouve en présence d'un mélange de combinaisons moléculaires de la forme $p(CH^2O)+q(HCl)$, analogues au chlorhydrate d'oxyde de méthyle de Friedel, et, comme dans ce dernier cas, l'oxygène doit y jouer le rôle d'élément tétravalent. Le corps $4(CH^2O)+3\,HCl$ qui répond à la composition du produit brut peut ainsi être représenté de la façon suivante :

```
              H²
    H Cl      C      H Cl
     \ |    /   \    | /
       O            O
H²C  /                \  CH².
     \                /
       O            O
         \        / |  \
            C       Cl  H
            H²
```

» Je montrerai, dans un Mémoire spécial, certaines erreurs de raisonnement commises par M. Coops, ainsi que l'impossibilité d'admettre la formule générale

$$HO - CH^2 - O - CH^2 - O \ldots O - CH^2Cl,$$

la présence d'un hydroxyle dans la molécule n'étant révélée par aucune des réactions qui permettent de mettre ce groupement en évidence. »

CHIMIE VÉGÉTALE. — *Sur un procédé d'isolement des substances cytoplasmiques.* Note de M. Maurice Nicloux, présentée par M. Guignard.

« Ce procédé s'adresse jusqu'ici aux cellules végétales; il s'applique particulèrement bien aux cellules de l'albumen des graines contenant comme substances de réserve : de l'aleurone, de l'huile, de l'amidon.

» Je prendrai comme exemple la semence de ricin dans laquelle l'albumen est constitué par de grandes cellules polyédriques gorgées de grains d'aleurone accompagnés de l'huile et d'un cytoplasma finement granuleux.

» Pour arriver à dissocier ces différentes parties constitutives de la cellule, nous

(1) *Chem. Zeitung*, t. XIV, p. 1408.
(2) *Rec. des Trav. chim. des Pays-Bas*, t. XX, 1901.
(3) *Annales de Liebig*, t. CCCXVI, p. 157.

avons opéré ainsi : la graine de ricin, de préférence décortiquée, est broyée; on ajoute à la masse de l'huile de ricin, ou mieux de l'huile de coton plus fluide, ce qui facilite les manipulations. Le mélange, rendu bien homogène, est filtré d'abord sur un tissu à mailles lâches, puis sur une toile fine.

» A cette première opération correspond déjà une séparation grossière; sur le tissu se trouvent en effet réunis la plus grande partie des téguments, des parois cellulaires, des grains d'aleurone et une certaine quantité de cytoplasma avec ses noyaux.

» L'huile filtrée qui s'écoule est trouble; elle contient en suspension un mélange de grains d'aleurone et de cytoplasma, avec quelques fins débris des membranes cellulaires.

» Reste à séparer ces composants de la cellule. Voici une méthode qui permet d'atteindre ce but.

» On centrifuge l'huile additionnée ou non d'un dissolvant au moyen d'un appareil de grande puissance, et l'on obtient dans les tubes du centrifugeur, après un certain temps variable avec la fluidité du mélange et la vitesse de l'appareil, deux couches bien distinctes. L'examen microscopique de celles-ci permet de faire les constatations suivantes : la couche inférieure blanchâtre est constituée par les grains d'aleurone accompagnés par quelques débris de membranes cellulaires; la couche supérieure grisâtre n'en renferme plus ou à peu près, la vitesse de l'appareil et la différence de densité ayant eu pour effet de réunir au fond du tube les grains d'aleurone petits ou gros. Cette couche supérieure est alors presque uniquement constituée par le cytoplasma, un certain nombre des noyaux, fort petits dans le cas actuel (¹), et quelques-uns des grains d'aleurone ayant pu échapper à la filtration et à la centrifugation.

» On peut débarrasser le cytoplasma ainsi préparé de l'huile qu'il contient encore en forte proportion en ayant recours à un solvant; en centrifugeant à nouveau on l'obtient alors à l'état sec.

» Ainsi se trouvent réalisées par un procédé très simple, purement mécanique, qui n'altère nullement les substances mises en expérience : 1° la séparation des grains d'aleurone pratiquement exempts de cytoplasma; 2° la séparation des substances cytoplasmiques.

» En partant de grains d'orge décortiqués (orge perlé) je suis arrivé aux mêmes résultats; l'amidon tient lieu et place de l'aleurone, la différenciation des deux couches est extrêmement nette.

» Tels sont les résultats obtenus par cette méthode qui peut, je crois, présenter un certain intérêt, d'une part, au point de vue chimique, en fournissant pour la première fois, comme matériel d'étude, les substances pro-

---

(¹) La grosseur des noyaux, uniques dans chaque cellule, est bien inférieure à celle de la plupart des grains d'aleurone, et si petite par rapport aux dimensions de la cellule qu'il n'y a, pour ainsi dire, pas lieu d'en tenir compte dans le cas actuel.

toplasmiques de la cellule à peu près pures; d'autre part, au point de vue physiologique, en donnant la possibilité d'observer *in vitro* certains phénomènes dont le cytoplasma est le siège pendant la vie. »

CHIMIE VÉGÉTALE. — *Nouvelles recherches sur l'aucubine.* Note de MM. **Em. Bourquelot** et **H. Hérissey**.

« Dans une Note précédente [1] nous avons donné le procédé qui nous a permis de retirer de la graine d'*Aucuba japonica* L. un glucoside nouveau : l'*aucubine* et nous avons indiqué quelques-unes de ses propriétés. Il nous reste à décrire les autres propriétés de ce composé et à exposer les recherches que nous avons faites dans le but d'établir sa composition.

» *Propriétés physiques.* — L'aucubine est soluble dans l'eau, l'alcool ordinaire et l'alcool méthylique. Pour 100 parties de dissolvant et à la température de 20° à 22°, l'eau en dissont 35,6 parties; l'alcool à 95°, 1,1 partie; l'alcool à 85°, 7,7 parties et l'alcool méthylique exempt d'acétone, 13,8 parties. Elle est insoluble dans l'éther et le chloroforme.

» L'aucubine cristallisée renferme de l'eau de cristallisation qui ne disparaît complètement que si l'on chauffe assez longtemps à 115°-120°, le produit se colorant légèrement. Dans nos déterminations, nous avons trouvé, pour la proportion de cette eau en centièmes, les chiffres suivants : 5,36, 5,57, 5,56, 5,90, ce qui correspond, comme on le verra plus loin, à une molécule.

» *Propriétés chimiques* : 1° *Dédoublement de l'aucubine par les acides.* — L'aucubine est très stable : elle ne s'effleurit pas à l'air. Ses solutions aqueuses peuvent se conserver longtemps sans altération. Mais les acides minéraux et certains acides organiques la dédoublent même à froid et en solution très diluée. Ainsi en est-il de l'acide sulfurique à 1 pour 1000 et de l'acide tartrique également à 1 pour 1000, ce qui montre combien il est nécessaire, dans la préparation du glucoside, de maintenir la neutralité des liquides.

» A froid, et d'autant plus lentement que l'acide est plus dilué, on voit d'abord le liquide prendre une teinte jaune verdâtre; il se fait ensuite un précipité brun; finalement, on a un liquide incolore, tenant en suspension ce produit brun, floconneux.

» A chaud, on observe les mêmes faits, sauf qu'on perçoit une odeur aromatique provenant, comme nous nous en sommes assurés, de l'action secondaire de l'acide sur le précipité.

» Dans tous les cas, il se forme, en outre, un sucre réducteur. Ce sucre est du dextrose qui reste en solution, et dont la proportion, rapportée à l'aucubine cristallisée, a été trouvée égale à 54 et même à 55 pour 100.

---

(1) *Sur un glucoside nouveau, l'aucubine, retiré des graines d'*Aucuba japonica *L.* (*Comptes rendus*, t. CXXXIV, 1902, p. 1441).

» 2° *Analyse élémentaire et essai cryoscopique.* — La dessiccation de l'aucubine à 115°-120° déterminant un commencement de décomposition, l'analyse a été faite sur le produit hydraté (en tube ouvert). Elle a donné les chiffres suivants en centièmes :

	I.	II.	III.
C...............	48,22	48,48	48,85
H...............	6,22	6,46	6,47

» Des essais cryoscopiques effectués sur l'aucubine en solution aqueuse ont donné comme poids moléculaire du produit anhydre : 304 et 306.

» En rapprochant ces résultats on arrive, pour l'aucubine cristallisée, à la formule $C^{13}H^{21}O^{9}$, ou mieux $C^{13}H^{19}O^{8} + H^{2}O$.

Poids moléculaire : 303 + 18.

Composition en centièmes : $C = 48,59$ et $H = 6,54$; Eau $= 5,6$.

» Il suit de là que l'aucubine ne peut renfermer qu'une seule molécule de dextrose et que l'équation de son dédoublement doit être

$$C^{13}H^{19}O^{8} + H^{2}O = C^{6}H^{12}O^{6} + C^{7}H^{9}O^{3}.$$

A ce dernier produit, complémentaire du dextrose dans le dédoublement, nous proposons de donner le nom d'*aucubigénine*.

» *Propriétés biochimiques.* — Comme nous l'avons déjà publié, l'émulsine dédouble l'aucubine. L'action du ferment est la même que celle des acides dilués. Toutefois, la formation du précipité est lente à se produire et la réaction s'arrête avant la fin, même en solution étendue (0,5 pour 100).

» L'aucubine ne paraît pas toxique. On a pu en injecter sous la peau, à un cobaye de 330g, 0g,40 en solution aqueuse sans provoquer d'accident. Il en a été de même en injectant la solution après addition d'émulsine, ce qui permet de penser que le composé qui se forme en même temps que le glucose dans le dédoublement de l'aucubine est, lui aussi, sans toxicité.

» *Recherche de l'émulsine et de l'aucubine dans les différents organes de l'*Aucuba. — On sait que, en général, lorsqu'un glucoside existe dans un organe végétal, cet organe ou tout autre organe de la plante renferme, au moins à certains moments de la végétation, un ferment susceptible d'hydrolyser ce glucoside. L'*Aucuba* ne fait pas exception à la règle. Nous avons pu préparer, avec les feuilles de ce végétal, un produit fermentaire dédoublant l'aucubine. Comme d'ailleurs ce même produit dédouble l'amygdaline, et que, d'autre part, l'émulsine des amandes dédouble l'aucubine, on doit en conclure que le ferment des feuilles d'*Aucuba* est de l'émulsine.

» L'aucubine sur laquelle ont été faites nos recherches a été retirée de la graine d'*Aucuba*. Les feuilles, la tige et la racine en renferment également et en notable proportion. Il nous a été possible, en effet, d'en extraire de ces organes et de la caractériser par ses diverses propriétés, notamment par son pouvoir rotatoire. Dans tous les cas, elle est accompagnée de sucre de canne.

» Enfin on la retrouve encore dans les feuilles désséchées à l'étuve à 30-33°, d'où elle a pu être retirée à l'état cristallisé. »

EMBRYOGÉNIE. — *Hybridations anormales.* Note de M. **C. Viguier**, présentée par M. Edmond Perrier.

« Sauf les segmentations obtenues par Morgan, et attribuées depuis, sans doute avec raison, à la parthénogenèse, on ne connaît pas de croisement Astérie ♀, Oursin ♂. J'ai rappelé ailleurs (*Ann. Sc. nat.*, 1903) l'état de la question.

» Pour le croisement Oursin ♀-Astérie ♂, on ne connaissait jusqu'ici que les segmentations produites chez le *Psammechinus millaris* ♀ par l'*Asterias glacialis* ♂; et Giard, qui les observa (*Comptes rendus de la Société biologique*, 12 mai 1900), ne les regardait pas comme provenant d'une véritable hybridation, et comparait l'action des spermatozoïdes d'Astérie à celle des solutions salines employées par Lœb dans ses études sur la parthénogenèse artificielle.

» Il est regrettable que Giard n'ait point noté l'existence ou l'absence d'une membrane vitelline. C'était, il est vrai, en 1900, une faute vénielle, bien qu'on me l'ait vivement reprochée à cette époque, mais cette lacune ne permet pas de savoir si son observation, demeurée unique, est exactement comparable à celle plus récente de Lœb. Ce dernier auteur a constaté en effet l'hybridation *naturelle* du *Strongylocentrotus purpuratus* ♀ par l'*Asterias ochracea* ♂ (*Univ. of Cal. Phys.*, 1903, p. 501, et *Arch. de Pflüger*, 1903, p. 335).

» Les conditions qui permettent cette hybridation se rencontrent rarement. Elles sont encore indéterminées. Car il est évident qu'elles ne sont pas exclusivement dues à de légères variations dans la composition de l'eau. Et, puisque, dans les cas les plus favorables, un œuf seulement sur dix mille était fécondé, l'état des œufs y était bien pour quelque chose. Ceux du *Str. franciscanus*, avec lesquels Lœb n'a fait que quelques expériences, se sont montrés réfractaires; tandis que, par l'emploi de solutions artificielles, il obtenait de 50 à 80 pour 100 de fécondés. Le fait de l'hybridation *naturelle* n'en est pas moins à retenir. Une autre observation importante de Lœb est que, traités par les liquides qui permettent l'hybridation avec l'Astérie, les œufs de ses Oursins sont devenus insensibles au sperme de leur propre espèce; tandis que, en rétablissant les conditions normales, le phénomène inverse se produit.

» Le liquide d'expérience détermine évidemment une altération de l'œuf, altération qui disparaît quand on rétablit les conditions normales. Je crois devoir signaler que, sans aucune intervention expérimentale, des œufs peuvent réagir avec le sperme d'une autre espèce, tandis qu'ils ne sont que peu ou pas influencés par celui de la leur.

» L'observation que voici, portant sur des croisements entre Oursins qui s'hybrident réciproquement, n'en est que plus démonstrative; car les hybrides eux-mêmes furent loin d'atteindre le développement ordinaire.

» Le 19 février dernier, les œufs mélangés de six *Str. lividus* furent traités par des quantités égales de sperme, intimement mélangé : 1° de trois ♂ de leur propre espèce; 2° de trois ♂ de *Sphærechinus granularis;* 3° de deux ♂ d'*Asterias glacialis.*

» Simultanément, les œufs d'une grosse ♀ de *Sph. gr.* furent soumis aux mêmes influences, *exactement dans les mêmes conditions.*

» Les œufs témoins des cultures ne montrèrent aucune trace de division. Ceux traités par les Astéries ne donnèrent rien.

» Les cultures croisées *Str.* ♀ *Sph.* ♂ et *Sph.* ♀ *Str.* ♂ montrèrent toutes deux le lendemain de nombreuses blastulas immobiles, régulières; et, la seconde, un certain nombre d'œufs arrêtés en segmentation, et sur lesquels se voyait fort bien la membrane vitelline. Toutes deux avaient beaucoup d'œufs intacts, et d'autres en fausse segmentation comme, du reste, les cultures normales.

» Mais, de celles-ci, *Str.* ♀ ♂ n'avait que de très rares blastulas immobiles, et semblant *toutes* irrégulières, et, quant à *Sph.* ♀ ♂, elle ne montrait aucune trace de développement.

» Les blastulas ne continuèrent pas à évoluer et commencèrent presque aussitôt à se désagréger.

» Entre décembre et mars, la parthénogenèse n'apparut que deux fois dans les *Str.,* une dans les *Sph.,* et une seule aussi dans l'*Arbacia pustulosa.* Elle s'arrêta à la première division, déjà souvent irrégulière, la seconde l'étant toujours. Le croisement *Str.* ♀-*Sph.* ♂ a toujours réussi, au moins au début : les formes d'arrêt étant, suivant les cultures, des blastulas, des gastrulas, ou de grands pluteus nettement hybrides. Le croisement *Sph.* ♀-*Str.* ♂ échoua fréquemment, mais donna aussi des développements avec, comme formes d'arrêt, des blastulas immobiles, des blastulas nageantes, ou des gastrulas.

» Que des œufs puissent être plus influencés par le sperme d'une autre espèce que par celui de la leur, c'est ce qu'avait déjà signalé Vernon (*Phil. Tr.*, 1898) pour *Echinus* ♀-*Str.* ♂, *Ech.* ♀ ♂, et cela dans des cultures complexes comme celles que j'emploie. Je l'ai revu pour *Str.* ♀-*Sph.* ♂, *Str.* ♀ ♂; mais ce qui fait tout l'intérêt de l'observation ci-dessus, c'est la réciprocité des croisements, *avec les mêmes progéniteurs :* cette réciprocité nous prouvant que des œufs, évidemment anormaux, peuvent être encore plus réfractaires au sperme de leur propre espèce qu'à celui d'une autre.

» En somme, dans les expériences sur l'hybridation artificielle, de même que dans celles sur la parthénogenèse artificielle, on arrive à déterminer, par des traitements dont on connaît la nature, mais dont le mode d'action ne saurait, sans présomption, être considéré comme entièrement élucidé, des phénomènes qui, parfois, se produisent sans aucune intervention expérimentale.

» Il y a lieu de bien noter ceci; car une théorie générale, et c'est à cela que l'on tend avec raison, mais où, trop tôt, l'on semble se croire arrivé, doit expliquer *tous* les cas. Or, en l'état actuel de la Science, il n'est point permis d'affirmer, comme certains ne craignent pas de le faire, que les conditions dans lesquelles les œufs sont placés par les traitements expérimentaux se trouvent réalisées dans tous les cas spontanés.

» On ne connaît pas encore suffisamment le déterminisme de ceux-ci. Pour les autres, on connaît la composition chimique du milieu actif, ou la nature de l'agent physique. C'est beaucoup; mais, comme on ignore bien plus encore que l'on ne connaît, il est un peu tôt pour écrire des formules.

» Chez les Oursins, les œufs ont, au moment de la ponte, achevé leur évolution préparatoire. Ils sont, en apparence, tous au même état. Cependant, soumis aux mêmes conditions expérimentales, ils réagissent diversement. En fécondation normale, ou même croisée, on pourrait, en allant sans doute au delà de la vérité, attribuer à l'insuffisance des spermatozoïdes le fait qu'il reste presque toujours un nombre variable d'œufs non fécondés. Mais, pour les développements parthénogénétiques, soit naturels, soit provoqués, si les conditions extérieures étaient tout, *tous* les œufs devraient évoluer de même. Il en est fort rarement ainsi. C'est qu'en réalité l'état des œufs n'est pas le même, sans que l'on puisse encore savoir exactement en quoi consistent ces différences et qu'aucune théorie ne puisse, dans un sujet encore aussi complexe, remplacer des observations précises, rigoureuses et approfondies sur les phénomènes qui se passent à l'intérieur des œufs et les rendent aptes ou inaptes à la fécondation. »

BOTANIQUE. — *Sur la biologie du* Sterigmatocystis versicolor. Note de MM. **Henri Coupin** et **Jean Friedel**, présentée par M. Gaston Bonnier.

« Le *Sterigmatocystis versicolor*, récemment décrit par M. Vuillemin, présente un intérêt particulier en raison de son polymorphisme et de la

variété des pigments qu'il peut fabriquer. Mlle Mirsky [1] a étudié plusieurs questions concernant la biologie de ce *Sterigmatocystis*; nous nous sommes proposé de chercher à mettre en lumière quelques points qui restaient encore à élucider.

» Nous avons employé comme milieux de culture des liquides de composition chimique bien définie, en l'espèce, du liquide Raulin privé de Zn, de Fe et de Si, dont l'un de nous [2] a montré l'inutilité pour le *St. nigra*, et, suivant les cas, dépourvu ou augmenté de l'un ou l'autre de ses éléments constitutifs. Nous nous contentons de reproduire les conclusions auxquelles nous avons été amenés à la suite de nombreuses expériences faites en milieu stérilisé.

» Des pesées de mycélium desséché ont montré, ce qui était d'ailleurs à prévoir, que le *St. versicolor* a les mêmes besoins nutritifs que le *St. nigra*, si bien étudié par Raulin; c'est-à-dire qu'il a besoin de C, de Az, de P, de S, de K, de Mg. L'absence de l'un quelconque de ces éléments le fait diminuer et, généralement, dans des proportions considérables.

» Mais, tandis que le *St. nigra* ne se développe bien que dans un milieu acide, l'acidité est, au contraire, une très mauvaise condition d'existence pour le *St. versicolor* qui en est morphologiquement très voisin. Dans le liquide Raulin intégral, par exemple, la présence de l'acide tartrique le fait pousser avec une extrême lenteur et de plus, l'empêche de sporuler, alors que, dans le liquide Raulin sans acide tartrique il se développe normalement.

» En outre, dans les divers liquides Raulin privés seulement de l'un ou l'autre de leurs éléments minéraux, il ne se développe pas du tout, tandis que dans les mêmes milieux dépourvus à la fois de l'élément nutritif et de l'acide tartrique, il acquiert quelque développement.

» Le mycélium du *St. versicolor* présente une couleur rouille très marquée et, de plus, sécrète dans le milieu de culture un pigment qui s'y dissout et peut varier du jaune le plus clair jusqu'au carmin le plus intense. Les teintes sont constantes dans le même milieu nutritif, avec cette différence qu'elles foncent de plus en plus à mesure que le mycélium se développe. Il est facile de résumer les cas dans lesquels ces diverses teintes se produisent; dans un milieu légèrement acide, le pigment sécrété est jaune; en milieu neutre, il est orangé et, dans un milieu rendu franchement alcalin par l'addition d'un excès de carbonate de potassium, il est rouge, et d'autant plus que l'alcalinité est plus forte.

» Ce pigment est soluble dans l'alcool, et sa teinte peut être changée très facilement; il devient jaune sous l'influence des acides, et rouge sous l'influence des alcalis. Sa

---

(1) Dr Bojana Mirsky, *Sur quelques causes d'erreur dans la détermination des Aspergillées parasites de l'homme* (*Thèse de médecine*, Nancy, 1903).

(2) H. Coupin, *Sur la nutrition du* Sterigmatocystis nigra (*Comptes rendus*, 1903, p. 392).

sensibilité à ce point de vue est très grande et pourrait le faire employer comme succédané de la teinture de tournesol.

» Notons encore qu'en liquide Raulin privé de magnésium, les spores sont d'un rose grisâtre, ainsi que cela se produit assez souvent dans les cultures sur carotte ou sur pomme de terre, tandis que, normalement, elles sont d'un beau vert. Enfin, en liquide Raulin, privé de potassium, la culture affecte une allure caractéristique : elle est formée de petits godets à bords relevés, flottant à la surface du liquide. »

BOTANIQUE. — *Une moelle alimentaire de palmier de Madagascar.* Note de M. **R. Gallerand**, présentée par M. Gaston Bonnier.

« Les Sakalaves consomment dans l'Ambongo la moelle d'un palmier qu'ils nomment le *Satranabe*, et qui semble être, d'après M. Perrier de la Bathie, le *Medemia nobilis*, voisin des *Hyphœne*.

» Le *Satranabe* couvre dans l'Ambongo de vastes espaces, au bord de la mer et dans le voisinage des cours d'eau. Après avoir abattu le tronc, qui contient en moyenne 2^{kg} à 5^{kg} de moelle, les Sakalaves extraient cette moelle, la font sécher, la pulvérisent et la tamisent. Une certaine quantité de cette farine ayant été envoyée à M. Jumelle par M. Perrier de la Bathie, nous en avons fait l'analyse au laboratoire de Chimie industrielle de la Faculté des Sciences de Marseille.

» C'est une fine poudre jaunâtre qui, lorsqu'elle est toute fraîche, est, paraît-il, un peu sucrée. Elle avait cependant perdu cette saveur au moment où nous l'avons reçue, et nous n'avons pas trouvé, au cours de nos dosages, la moindre trace de sucre.

» La solution, en effet, ne réduit pas la liqueur cupro-potassique et ne dévie pas le plan de polarisation de la lumière. Agitée avec l'eau, la farine se gonfle, et l'on obtient un liquide jaune clair, ayant l'odeur de la bière, dans lequel il s'est dissous 17 pour 100 du poids de la moelle.

» Le produit contenait 13,3 pour 100 d'eau au moment où nous l'avons reçu.

» Après dessiccation complète, il avait la composition générale suivante :

Amidon	66,833
Cellulose	12,939
Matières albuminoïdes	10,538
Matières grasses	1,037
Sels minéraux	8,2
	99,537

» Parmi les substances minérales, celles qui prédominent sont le sulfate de potasse (15,362), le chlorure de sodium (5,189), le phosphate de chaux (4,941).

» Nous avons trouvé, en outre, de la magnésie (5,424) et du protoxyde de fer

(0,697), ainsi qu'une grande proportion de silice insoluble dans les acides (55,53 pour 100).

» Mais ce qu'il y a principalement à retenir, c'est la richesse relative de cette farine en substances albuminoïdes. A cet égard, la moelle de *Satranabe* serait supérieure à la pomme de terre, au manioc, à la patate douce et à l'igname, puisque, respectivement, ces tubercules contiennent, en moyenne, 6,23, 3,30, 3,88 et 7,24 pour 100 de ces substances azotées.

» Quant à la fécule, elle est en quantité un peu supérieure à celle de la patate, mais inférieure à celle que contiennent les trois autres tubercules. »

MINÉRALOGIE. — *Sur la présence de l'étain dans le département de la Lozère.* Note de M. **Marcel Guédras.**

« Dans le département de la Lozère, si riche en gîtes métallifères, l'étain n'avait pas encore été signalé. Je l'ai trouvé dans ces temps derniers, à proximité d'un important gîte de barytine que j'exploite.

» Le *filon stannifère* se trouve sur les flancs d'un pli synclinal, près de la grande faille dite *du Monastier* (schistes-calcaires) et presque au départ de cette faille, sur la commune de Barjac.

» Le filon est orienté sud-est-nord-ouest. La gangue est formée par du quartz et de la barytine, le quartz est aux épontes et la barytine au centre. La puissance aux affleurements est de $2^m,30$ dont $0^m,40$ pour $BaSO^4$. Inclinaison 60°. La roche encaissante est formée par des micaschistes.

» Entre la baryte et le quartz se trouve un petit filon de 1^{cm} à 2^{cm} de cassitérite, mélangée avec de la pyrolusite et du wolfram.

» Il y a lieu de faire remarquer qu'à proximité de ce gîte d'étain nous avons trouvé le wolfram qui, à l'analyse, donne 65 pour 100 TuO^3 avec traces d'or.

» Nous venons de reconnaître un nouveau filon stannifère qui vient couper le premier. »

PHYSIQUE BIOLOGIQUE. — *Oscillations nerveuses étudiées à l'aide des rayons* N *émis par le nerf.* Note de M. **Augustin Charpentier**, présentée par M. d'Arsonval.

« J'ai montré précédemment qu'un nerf excité d'une façon quelconque manifeste son état d'activité par une augmentation dans son émission de

rayons N, et que, d'autre part, ces rayons pouvant être transmis à un écran phosphorescent par un fil déplaçable le long du nerf, on pouvait apprécier successivement et comparer l'état d'activité de ses différents points. Or l'augmentation de phosphorescence est constant et se manifeste sur un point quelconque du nerf plus ou moins distant du lieu excité.

» Mais cette augmentation, tout en paraissant continue, pourrait être due en réalité à une série d'impulsions périodiques trop fréquentes pour que l'œil puisse les percevoir isolément et apparaissant comme fusionnées dans la sensation.

» La question a d'autant plus d'intérêt que, dans plusieurs séries de Communications (*Comptes rendus*, 12 juin, 26 juin, 3 juillet 1899; 18 février, 11, 18, 25 mars, 29 avril 1901; *Société de Biologie*, 13 juin 1903), j'ai montré que toute excitation électrique brève donnait lieu, dans le nerf, à des oscillations d'une fréquence de 750 à 800 par seconde et d'une longueur d'onde de 35^{mm} à 36^{mm}, avec une vitesse de transmission semblable à celle de l'influx nerveux.

» Un moyen de résoudre cette question consistait à interroger à la fois, à l'aide de deux fils d'égale longueur et reliés à un même écran phosphorescent, deux points différents du nerf soumis à une excitation. Si l'on pratique l'expérience sur un nerf sciatique de grenouille, on trouve que l'augmentation de luminosité de l'écran n'est pas constante comme dans le cas de la transmission des rayons N par un seul fil, et que, pour certains intervalles bien déterminés des deux points du nerf interrogés et mis en contact avec les fils transmetteurs, il n'y a plus d'augmentation d'éclat appréciable au moment de l'excitation; cependant, même dans ce cas, chacun des fils pris isolément transmet une augmention à l'écran. La chose se comprend si l'émission de rayons N par l'excitation du nerf est périodique et si dans le cas particulier les deux séries d'oscillations transmises par les fils arrivent à l'écran avec des phases contraires, en d'autres termes s'il y a retard ou avance de l'une des séries sur l'autre *d'une demi-longeur d'onde*.

« L'excitation du nerf se fait à sa partie supérieure. Plus bas sont les points de contact (que nous appellerons A et B) des fils reliés à l'écran, et qui peuvent être en cuivre, en argent, etc.

» L'excitation peut être électrique, unipolaire ou bipolaire, instantanée ou périodique; elle peut être aussi mécanique avec les mêmes résultats, mais, comme on ne peut opérer alors que par écrasement, l'expérience est plus longue et plus difficile à réaliser, car il faut disposer d'un assez grand nombre de nerfs pour renouveler suffisamment les points excités. La seule condition que doive remplir l'excitation, c'est d'être limitée à un point localisé du nerf.

» Dans ces conditions, si les points de contact A et B sont contigus ou très voisins, la clarté de l'écran augmente à son maximum sous l'influence des excitations; l'augmentation devient plus faible à mesure que l'on éloigne B de A progressivement, puis elle semble s'annuler à un moment donné, pour réapparaître plus loin et augmenter de nouveau.

» Or, l'intervalle AB, pour lequel l'excitation ne donne pas lieu à une augmentation de clarté sur l'écran, est très voisin de 16^{mm}. *Ce chiffre est justement égal à la moitié de la longueur d'onde que j'ai trouvée précédemment pour les oscillations nerveuses.*

» Il confirme donc entièrement la réalité de ces oscillations, et l'extinction s'explique très bien par l'interférence des deux phénomènes périodiques créés en A et B à la suite de la propagation successive de l'excitation à ces deux points, et transmis ensuite à l'écran avec un retard d'une demi-longueur d'onde de B sur A. L'émission de nouveaux rayons N pendant l'excitation serait liée au processus oscillatoire et cesserait avec lui.

» On constate, comme je l'avais signalé antérieurement, l'existence de certains harmoniques de l'oscillation précédente, c'est-à-dire qu'en éloignant B de A on passe par des minima incomplets et correspondant à des intervalles sous-multiples du précédent. Nous aurons à revenir sur ce fait.

» Quand le nerf est coupé à sa partie supérieure, l'expérience donne encore des résultats analogues.

» Le nerf normal et à l'abri de toute excitation spéciale est déjà dans un certain état d'activité faible qui se manifeste par le tonus musculaire, et il reçoit des centres nerveux une impulsion permanente. Il y avait lieu d'examiner si cette impulsion est elle-même de nature oscillatoire, auquel cas les phénomènes d'interférence observés ci-dessus devaient se montrer encore d'une façon plus ou moins nette. En effet, j'ai constaté sur le nerf intact et non excité les mêmes minima que tout à l'heure. Ils diffèrent seulement des précédents en ce qu'ils sont moins accusés, et surtout en ce qu'ils ne se produisent plus sur le nerf séparé de la moelle. Le tonus nerveux que celle-ci transmet aux nerfs est donc également de nature oscillatoire. »

PHYSIOLOGIE COMPARÉE. — *Modifications subies par l'appareil digestif sous l'influence du régime alimentaire.* Note de M. **Camille Spiess**, présentée par M. Yves Delage.

« Nous connaissons déjà un nombre imposant de faits, qui nous ont appris que l'appareil digestif peut subir des modifications dans sa consti-

tution anatomique et dans sa structure, sous l'influence du régime alimentaire et de l'activité plus ou moins grande de la nutrition [1].

» Des recherches entreprises sur l'appareil digestif de plusieurs Hirudinées nous ont permis d'en constater de nouveaux exemples. On sait que l'appareil digestif de la Sangsue (*Hirudo medicinalis* Lin.), par suite de son pseudo-parasitisme, s'est adapté à absorber, d'une seule fois, la plus grande quantité de nourriture, qui consiste exclusivement dans le sang sucé par l'animal. Si nous le comparons avec l'appareil digestif d'un prédateur, comme l'Aulastome (*Aulastoma gulo* Moq.-Tand.), qui se nourrit de Vers et de Mollusques, nous constatons qu'il présente de grandes différences, dues à son régime alimentaire particulier.

» Les modifications subies par l'appareil digestif de la Sangsue, sous l'influence de son régime alimentaire, et qu'il faut envisager comme autant d'adaptations aux conditions biologiques particulières dans lesquelles elle vit, sont d'ordre anatomique, histologique et physiologique.

» Les parois pharyngiennes renferment des muscles spéciaux, qui lui permettent d'exécuter ses mouvements de succion, et en même temps d'utiliser le produit de sécrétion de ses glandes péripharyngiennes, dont elle imprègne le sang sucé et qui intervient dans les phénomènes de la digestion.

» L'absence de ces muscles, dans l'œsophage de l'Aulastome, ne lui permet pas de sucer du sang; il en résulte que le produit de sécrétion des mêmes glandes ne peut exercer aucune action digestive sur les proies dont il se nourrit. Aussi, son épithélium intestinal s'est-il différencié *en glandes*, dans le but spécial de sécréter des ferments digestifs, et qui n'existent pas chez la Sangsue. L'Aulastome possède un véritable estomac, c'est-à-dire une région moyenne du tube digestif nettement distincte, au point de vue histologique, des autres parties du tractus. Nous avons montré qu'on ne pouvait faire une telle distinction chez la Sangsue, dont l'épithélium intestinal présente, dans toutes ses parties, une répartition uniforme de ses éléments.

» La présence de glandes unicellulaires, dans la muqueuse intestinale de l'Aulastome, présente un intérêt au point de vue de l'évolution phylogénétique des formations glandulaires de l'épithélium intestinal; elles forment le passage entre les cellules épithéliales glandulaires et les glandes pluricellulaires de la muqueuse intestinale des Vertébrés.

» Grâce à son régime alimentaire carnivore, et à sa voracité bien connue, les différenciations épithéliales du tube digestif de l'Aulastome sont poussées très loin, et présentent de grandes différences avec celles du tube digestif de la Sangsue. Elles nous fournissent un exemple des modifications que peut subir l'appareil digestif sous l'influence du régime alimentaire. »

---

(1) *Rev. suisse de Zool.*, t. XI, 1903.

M. **Gyula Ullmann** adresse une « Note relative à l'influence de l'hydrate de chloral sur le virus variolique ».

(Renvoi à la Section de Médecine.)

A 4 heures l'Académie se forme en Comité secret.

COMITÉ SECRET.

La Section de Minéralogie présente la liste suivante de candidats, pour la place laissée vacante par le décès de M. *Fouqué* :

En première ligne	M. **Barrois**.
En deuxième ligne	M. **Douvillé**.
En troisième ligne, par ordre alphabétique	MM. **Bergeron**. **Boule**. **Haug**. **De Launay**. **Termier**. **Wallerant**.

Les titres de ces candidats sont discutés.

L'élection aura lieu dans la prochaine séance.

La séance est levée à 4 heures et demie.

M. B

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

Ouvrages reçus dans la séance du 5 avril 1904.

Société d'encouragement pour l'Industrie nationale. Annuaire pour l'année 1904. Paris, Ph. Renouard; 1 vol. in-18.

Société des Ingénieurs civils de France. Annuaire de 1904. Paris, Hôtel de la Société; 1 vol. in-8°.

Le guide pratique des cultivateurs, emploi raisonné des engrais chimiques, par La Couture. Le Mans, imp. Ch. Blanchet, 1899; 1 vol. in-12.

L'Anthropologie. Rédacteurs en chef : MM. BOULE, VERNEAU; Tome XV, nº 1, janvier-février 1904. Paris, Masson et Cie, 1 fasc. in-8º.

Antrag der von der internationalen Association der Akademien niedergesetzten Centralkommission für Gehirnforschung, der Generalversammlung der Association in London zum 25 mai 1904 vorgelegt. Leipzig, B.-G. Teubner, 1904; 1 fasc. in-8º; 10 exemplaires. (Envoi de la Société royale des Sciences de Saxe, à Leipzig.)

Protokoll der von der internationalen Association der Akademien niedergesetzten Centralkommission für Gehirnforschung, von W. HIS. (Extr. des *Berichten der mathematisch-physischen Klasse der Königl. Sächs. Gesellschaft der Wissenschaften zu Leipzig;* séance du 11 janvier 1904.) 1 fasc. in-8º; 5 exemplaires. (Envoi de la Société royale des Sciences de Saxe, à Leipzig.)

The nautical Almanac and astronomical ephemeris for the year 1907, *for the meridian of the royal Observatory at Greenwich*, pub. by order of the Lords Commissiouners of the Admiralty. Edimbourg, Neill et Cie; 1 vol. in-8º.

International catalogue of scientific literature, first annual issue; vol. XII. N, *Zoology*. Part I : Authors' catalogue; part II : Subject catalogue. Londres, Harrison et fils, 1904 ; 2 vol. in-8º.

Sunspot variation in latitude 1861-1902, by WILLIAM J.-S. LOCKYER. (Extr. des *Proceedings of the Royal Society*, vol. LXXIII.) 1 fasc. in-8º.

Rapport sur les travaux du Bureau central de l'Association géodésique internationale en 1903 *et programme des travaux pour l'exercice de* 1904. Leide, E.-J. Brill, 1904; 1 fasc. in-4º.

Memoirs of the British astronomical Association; vol. XIII, part I. *Twelfth Report of the section for the observation of meteors*. Londres, 1904; 1 fasc. in-8º.

Remarks on the meteorological results at Toronto for the year 1903; Department of Marine and Fisheries, Canada; 1 fasc. in-8º.

Jahrbuch des norwegischen meteorologischen Instituts für 1900-1902, herausgegeb. v. Dr H. MOHN. Christiania, Gröndahl et fils, 1901-1903; 3 fasc. in-4º.

On the fructification of Neuropteris heterophylla *Brongniart*, by ROBERT KIDSTON. (Extr. de *Phil. Trans.*, B, vol. CXCVII, 1904, p. 1-5.) Londres; 1 fasc. in-4º.

On the origin of parasitism in Fungi, by GEORGE MASSEE. (Extr. de *Phil. Trans.*, B, vol. CXCVII, 1904, p. 7-24.) Londres, 1 fasc. in-4º.

Reports on bovine tuberculosis and public health, by D.-E. SALMON. (U. S. Department of Agriculture, Bureau of animal industry. Bull. nº 53.) Washington, 1904; 1 fasc. in-8º.

Studies upon the keeping quality of butter. I. *Canned butter*, by LORE-A. ROGERS. (U. S. Department of Agriculture. Bureau of animal industry. Bull. nº 57.) Washington, 1904; 1 fasc. in-8º.

Importacion y exportacion de la Republica mexicana, ano de 1902. Mexico, 1903; 1 fasc. in-4º.

Anuario estadistico de la Republica mexicana, 1902. Mexico, 1903; 1 vol. in-4º.

Académie royale de Belgique. Classe des Sciences. Concours pour les années 1904 *et* 1905 *et prix perpétuels*. s. l. n. d.; 1 fasc. in-8º.

Bulletin de l'Académie royale de Médecine de Belgique; IVe série, t. XVIII, no 1, séance du 30 janvier 1904. Bruxelles; 1 fasc. in-8°.

Archives italiennes de Biologie, revues, résumés, reproduction des travaux scientifiques italiens, sous la direction de A. Mosso; traducteur : A. Bouchard; t. XLI, fasc. 1. Turin, Herman Lœscher, 1904; 1 fasc. in-8°.

Boletin de la Real Sociedad espanola de historia natural; t. IV, nos 1, 2. Madrid, 1904; 2 fasc. in-8°.

Bulletin de l'Académie royale des Sciences et des Lettres de Danemark, 1904, no 1. Copenhague, Bianco Lunos; 1 fasc. in-8°.

Ouvrages reçus dans la séance du 11 avril 1904.

Proposition présentée par l'Académie des Sciences et l'Académie des Sciences morales et politiques de l'Institut de France, conjointement avec l'Académie royale des Sciences de Berlin, au sujet de la préparation d'une édition internationale des Œuvres de Leibniz et Rapport, présentés à l'Assemblée générale de l'Association internationale des Académies qui doit se tenir à Londres en 1904. Paris, Gauthier-Villars; 1 fasc. in-4°.

Journal de Mathématiques pures et appliquées; 5e série, pub. par Camille Jordan, Membre de l'Institut, t. X, année 1904, fasc. 1. Paris, Gauthier-Villars; 1 fasc. in-4°.

Procès-verbaux des séances de la Société des Sciences physiques et naturelles de Bordeaux; année 1902-1903. Paris-Bordeaux, 1903; 1 vol. in-8°.

Mémoires de la Société des Sciences physiques et naturelles de Bordeaux; 6e série, t. III et Appendice. Paris-Bordeaux, 1903; 1 vol. et 1 fasc. in-8°.

Bulletin trimestriel de la Société d'Industrie minérale; 4e série, t. III, 1re livraison, 1904; texte et atlas de 5 planches. Saint-Étienne; 1 vol. in-8° et 1 fasc. in-4°.

Einführung in die Theorie der Differentialgleichungen mit einer unabhängigen Variabeln, von Dr Ludwig Schlesinger; 2te revidierte Auflage. Leipzig, G.-J. Göschen, 1904; 1 vol. in-8°. (Hommage de l'auteur.)

I calcoli di riduzione delle fotografie stellari per la zona di Catania (+ 46° e + 55°) *ed il catalogo di stelle fondamentali per la stessa zona,* per D.-Francesco Faccin. Pavie, 1904; 1 fasc. in-8°. (Hommage de l'auteur.)

Einige Bemerkungen über die Erklärung der Kometenformen, v. R.-Jaegermann. (Bul. de l'Académie imp. des Sciences de Saint-Pétersbourg; t. XIX, nos 4 et 5, nov.-déc. 1903.) 1 fasc. in-8°.

La Géologie et la reconnaissance du terrain houiller du nord de la Belgique, par Max Lohest, A. Habets et H. Forir. Liége, 1904; 1 fasc. in-8°.

Results of the magnetical and meteorological observations made at the Royal Alfred Observatory, Mauritius, in the year 1900, under the direction of T.-F. Claxton. Londres, 1903; 1 fasc. in-4°.

Rendiconti del Circolo matematico di Palermo; t. XVIII, fasc. I, II et III, 1904. Palerme; 1 vol. in-8°.

Ouvrages reçus dans la séance du 18 avril 1904.

Notice sur les travaux scientifiques de M. H. Andoyer. Paris, C. Naud, 1904; 1 fasc. in-4°.

Sur le lavage antiseptique de l'intestin, par A. Gauducheau; V. Hanoï, F.-H. Schneider, 1904; 1 fasc. in-8°.

Le rôle du tissu nerveux, Mémoire schématique présenté à Madrid aux savants du XIVe Congrès international de Médecine, par Nicola Alberto Barbieri; IIe Communication internationale. Paris, Lahure, 1904; 1 fasc. in-8°. (Hommage de l'auteur.)

Le carré magique de 3, *solution générale du problème,* par Prosper de Lafitte. Agen, 1904; 1 fasc. in-8°. (Hommage de l'auteur.)

Œuvre des Colonies scolaires de vacances. Bulletin : Lettre de M. le Professeur Brouardel; but et objet de l'Œuvre, Conseil d'administration, Statuts et Règlement. Paris; 1 fasc. in-8°.

Annales du Commerce extérieur, publiées par le Ministère du Commerce, de l'Industrie, des Postes et des Télégraphes; Direction du Commerce et de l'Industrie. Année 1904, 1er, 2e et 3e fascicules. Paris, Imprimerie nationale; 1 vol. in-8°.

Archives de Médecine navale, recueil publié par ordre du Ministre de la Marine; t. LXXXI, nos 1, 2, janvier-février 1904. Paris, Imprimerie nationale; 2 fasc. in-8°.

Bulletin de la Société mathématique de France; t. XXXII, fasc. 1. Paris, au siège de la Société, 1904; 1 fasc. in-8°.

(*A suivre.*)

ERRATA.

(Séance du 18 avril 1904.)

Note de M. *Edmond Van Aubel,* Sur quelques corps impressionnant la plaque photographique :

Page 961, ligne 27, *au lieu de* le colophane, *lisez* la colophane.

N° 18.

TABLE DES ARTICLES. (Séance du 2 mai 1904.)

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

NOMINATIONS.

CORRESPONDANCE.

N° 18.

SUITE DE LA TABLE DES ARTICLES.

COMITÉ SECRET.

PARIS. — IMPRIMERIE GAUTHIER-VILLARS,
Quai des Grands-Augustins, 55.

Le Gérant : GAUTHIER-VILLARS.

1904

PREMIER SEMESTRE.

COMPTES RENDUS

HEBDOMADAIRES

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES

PAR MM. LES SECRÉTAIRES PERPÉTUELS.

TOME CXXXVIII.

N° 19 (9 Mai 1904).

PARIS,

GAUTHIER-VILLARS, IMPRIMEUR-LIBRAIRE

DES COMPTES RENDUS DES SÉANCES DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES,

Quai des Grands-Augustins, 55.

1904

RÈGLEMENT RELATIF AUX COMPTES RENDUS

ADOPTÉ DANS LES SÉANCES DES 23 JUIN 1862 ET 24 MAI 1875

Les *Comptes rendus hebdomadaires des séances de l'Académie* se composent des extraits des travaux de ses Membres et de l'analyse des Mémoires ou Notes présentés par des savants étrangers à l'Académie.

Chaque cahier ou numéro des *Comptes rendus* a 48 pages ou 6 feuilles en moyenne.

26 numéros composent un volume.

Il y a deux volumes par année.

ARTICLE 1er. — *Impression des travaux de l'Académie.*

Les extraits des Mémoires présentés par un Membre ou par un associé étranger de l'Académie comprennent au plus 6 pages par numéro.

Un Membre de l'Académie ne peut donner aux *Comptes rendus* plus de 50 pages par année.

Toute Note manuscrite d'un Membre de l'Académie ou d'une personne étrangère ne pourra paraître dans le *Compte rendu* de la semaine que si elle a été remise le jour même de la séance.

Les Rapports ordinaires sont soumis à la même limite que les Mémoires; mais ils ne sont pas compris dans les 50 pages accordées à chaque Membre.

Les rapports et Instructions demandés par le Gouvernement sont imprimés en entier.

Les extraits des Mémoires lus ou communiqués par les Correspondants de l'Académie comprennent au plus 4 pages par numéro.

Un Correspondant de l'Académie ne peut donner plus de 32 pages par année.

Les *Comptes rendus* ne reproduisent pas les discussions verbales qui s'élèvent dans le sein de l'Académie; cependant, si les Membres qui y ont pris part désirent qu'il en soit fait mention, ils doivent rédiger, séance tenante, des Notes sommaires, dont ils donnent lecture à l'Académie avant de les remettre au Bureau. L'impression de ces Notes ne préjudicie en rien aux droits qu'ont ces Membres de lire, dans les séances suivantes, des Notes ou Mémoires sur l'objet de leur discussion.

Les Programmes des prix proposés par l'Académie sont imprimés dans les *Comptes rendus*, mais les Rapports relatifs aux prix décernés ne le sont qu'autant que l'Académie l'aura décidé.

Les Notices ou Discours prononcés en séance publique ne font pas partie des *Comptes rendus*.

ARTICLE 2. — *Impression des travaux des Savants étrangers à l'Académie.*

Les Mémoires lus ou présentés par des personnes qui ne sont pas Membres ou Correspondants de l'Académie peuvent être l'objet d'une analyse ou d'un résumé qui ne dépasse pas 3 pages.

Les Membres qui présentent ces Mémoires sont tenus de les réduire au nombre de pages requis. Le Membre qui fait la présentation est toujours nommé; mais les Secrétaires ont le droit de réduire cet Extrait autant qu'ils le jugent convenable, comme ils le font pour les articles ordinaires de la correspondance officielle de l'Académie.

ARTICLE 3.

Le *bon à tirer* de chaque Membre doit être remis à l'Imprimerie le mercredi au soir, ou, au plus tard, le jeudi à 10 heures du matin; faute d'être remis à temps, le titre seul du Mémoire est inséré dans le *Compte rendu* actuel, et l'extrait est renvoyé au *Compte rendu* suivant et mis à la fin du cahier.

ARTICLE 4. — *Planches et tirage à part.*

Les *Comptes rendus* ne contiennent ni planches, ni figures.

Dans le cas exceptionnel où des figures seraient autorisées, l'espace occupé par ces figures comptera pour l'étendue réglementaire.

Le tirage à part des articles est aux frais des auteurs; il n'y a d'exception que pour les Rapports et les Instructions demandés par le Gouvernement.

ARTICLE 5.

Tous les six mois, la Commission administrative fait un Rapport sur la situation des *Comptes rendus* après l'impression de chaque volume.

Les Secrétaires sont chargés de l'exécution du présent Règlement.

Les Savants étrangers à l'Académie qui désirent faire présenter leurs Mémoires par MM. les Secrétaires perpétuels sont priés de les déposer au Secrétariat au plus tard le Samedi qui précède la séance, avant 5h. Autrement la présentation sera remise à la séance suivante.

ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 9 MAI 1904,

PRÉSIDENCE DE M. MASCART.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

M. le **Président**, en annonçant à l'Académie la perte douloureuse qu'elle vient de faire dans la personne de M. *Duclaux*, Membre de la Section d'Économie rurale, s'exprime comme il suit :

« Depuis la dernière séance un nouveau deuil a frappé l'Académie des Sciences. Notre confrère M. Duclaux, dont la santé ne s'était pas rétablie à la suite d'un accident survenu il y a deux ans, s'est éteint après quelques heures d'agonie, dans la matinée de mardi. Des liens de famille ne me permettent pas de parler ici en toute liberté. Je rappellerai seulement que, pendant de longues années, M. Duclaux fut le collaborateur assidu et préféré de Pasteur, à l'époque surtout où les doctrines du maître soulevaient des critiques et des objections que l'on voudrait pouvoir effacer dans l'histoire.

» Il prit la part la plus active à l'organisation de l'Institut Pasteur, qu'il eut ensuite à diriger. Il y accueillait largement les travailleurs de toute origine, les guidant de ses précieux conseils dans le laboratoire ou dans sa chaire d'enseignement. C'est là qu'il réunit les documents qui ont servi à la rédaction de son grand traité de Microbiologie, monument par malheur inachevé, qui restera comme source durable à l'origine d'une science aujourd'hui si vaste.

» L'étendue de ses connaissances permit à M. Duclaux d'aborder les problèmes les plus variés de Physique, de Chimie et de Biologie. Une élocution facile et élégante, un sens aigu de la critique, de rares qualités d'écrivain justifiaient le succès de sa parole et de ses publications.

» Il défendit avec ardeur, parfois avec un réel courage, ce qui lui parut

la vérité dans les questions de science, d'hygiène publique ou de justice sociale. Il laissera la mémoire d'un esprit élevé, d'un grand caractère, et d'un savant qui a bien rempli sa tâche. »

M. le **Ministre de l'Instruction publique et des Beaux-Arts** adresse une ampliation du Décret par lequel le Président de la République approuve la nomination de M. *Bigourdan*, comme Membre de la Section d'Astronomie, en remplacement de M. *Callandreau*.

Il est donné lecture de ce Décret.

Sur l'invitation de M. le Président, M. **Bigourdan** prend place parmi ses Confrères.

ÉLECTROCHIMIE. — *Remarques sur l'emploi des courants alternatifs en Chimie et sur la théorie des réactions qu'ils déterminent;* par M. **Berthelot**.

« 1. L'emploi des courants alternatifs en Chimie ayant été étudié à différentes époques et repris dans ces derniers temps par plusieurs observateurs, je demande la permission de rappeler quelques expériences que j'ai faites à cet égard et leur interprétation; celle-ci me semblant présenter un caractère général, applicable à une multitude de phénomènes, non seulement en électrolyse, mais aussi dans les réactions provoquées par l'effluve électrique.

» 2. Mes observations, publiées en 1879 (*Annales de Chimie et de Physique*, 5e série, t. XVI, p. 450), étaient relatives à la transformation du sucre en alcool.

» Voici la disposition des appareils, d'après le texte qu'il paraît convenable de reproduire ici :

« J'ai disposé une pile de 6 à 8 éléments Bunsen, dont les deux pôles étaient
» en relation avec un commutateur oscillant, de façon à rendre tour à tour
» positifs et négatifs, 12 à 15 fois par seconde, deux cylindres de mousse
» de platine jouant le rôle d'électrodes. Cet appareil, plongé dans de l'eau
» acidulée, développe, à chacun des deux pôles, tour à tour de l'hydro-
» gène et de l'oxygène. En réglant convenablement l'appareil, aucun gaz
» ne se dégage, l'eau se reformant incessamment aussitôt après sa décom-

» position. C'est cet appareil, ainsi réglé, que j'ai plongé dans des dissolu-
» tions de glucose, tantôt neutres, tantôt légèrement acides ou alcalines. »

» Ces expériences avaient pour but d'examiner les effets, sur le sucre, d'une oxydation et d'une réduction simultanées, développées par l'électrolyse de l'eau, dans la pensée que l'oxydation produisait l'acide carbonique, et la réduction, l'alcool.

» Le mécanisme de la fermentation alcoolique se réduirait ainsi à un phénomène comparable à l'électrolyse, accompagné de dédoublement moléculaire; le tout offrant un caractère exothermique. J'ai obtenu en effet de l'alcool dans ces conditions.

» 3. Cette théorie relative au rôle chimique du courant alternatif est générale; car elle s'applique à toute réaction dans laquelle un corps est susceptible d'acquérir deux rôles électrochimiques opposés au cours de ses transformations; ce double rôle représentant, dans le langage ancien, des affinités complexes, que l'on traduirait dans le langage actuellement en faveur par la formation d'ions simples ou complexes de rôle contraire. Mais il s'agit de savoir l'origine des énergies nécessaires pour l'accomplissement des réactions : soit en ce qui touche le travail atomique, consommé dans la réalisation des réactions endothermiques; soit en ce qui concerne le travail préliminaire, indispensable pour écarter les inerties qui s'opposent souvent à la mise en train des réactions, même exothermiques (¹).

» Pour mieux faire entendre la théorie de ces phénomènes, envisageons d'abord des réactions accomplies avec le concours de l'oxygène libre, et sans l'intermédiaire d'énergies étrangères aux corps mis en expérience.

» 4. Soit, par exemple, l'altération d'un composé aldéhydique en présence de l'air et d'une dissolution alcaline : l'oxygène, jouant le rôle électronégatif, s'unit à l'aldéhyde électropositif, avec dégagement de chaleur, et le change en acide; puis (ou plutôt simultanément) l'acide, jouant en sens contraire le rôle électronégatif, se combine à l'alcali électropositif, pour former un sel, également avec dégagement de chaleur.

$$\left.\begin{array}{l}\underset{+}{\text{Aldéhyde}} + \underset{-}{\text{O}} = \text{Acide} \\ \underset{-}{\text{Acide}} + \underset{+}{\text{Alcali}} = \text{Sel}\end{array}\right\}$$

» Il y a donc alternance entre le rôle électrique de l'aldéhyde et le rôle de l'acide qui en dérive.

(¹) *Essai de Mécanique chimique*, t. II, p. 6 à 13.

» Ce sont là des phénomènes que l'on expliquait autrefois par le mot d'*affinité prédisposante* et dont j'ai donné l'interprétation, en montrant comment leur accomplissement est effectué dans ces conditions par le seul concours des énergies des corps mis en présence, et réglé dès lors par les principes de la Thermochimie.

» Or on conçoit aisément que, si l'on fait intervenir les énergies du courant électrique, on puisse réaliser par voie électrolytique une multitude de réactions de cet ordre, alors même qu'elles exigeraient l'emploi auxiliaire d'énergies étrangères au système des corps mis en expérience.

» 5. Soit encore, pour préciser davantage, l'altération des métaux sous l'influence des chlorures alcalins et spécialement celle des métaux qui ne décomposent pas l'eau avec dégagement d'hydrogène. L'argent, par exemple, maintenu au contact de l'oxygène de l'air et du chlorure de sodium dissous, ou même de ce sel solide placé dans un air humide dont il attire la vapeur d'eau, est attaqué peu à peu et changé en un chlorure double d'argent et de sodium cristallisable; cette transformation ayant lieu avec mise en liberté de soude libre. L'action observée est la somme des suivantes :

$$\begin{cases} Ag^2 + O + H^2O = Ag^2O + H^2O, \\ Ag^2O + H^2O + 2\,NaCl = 2\,AgCl + 2\,NaOH, \\ AgCl + n\,NaCl = AgCl, n\,NaCl, \end{cases}$$

actions accomplies simultanément, en vertu de la somme des énergies chimiques mises en jeu. Ce sont là des faits d'expériences et même d'observation courante dans l'étude de la plupart des métaux.

» Au cours de ces réactions l'argent libre joue d'abord le rôle d'ion positif vis-à-vis de l'oxygène négatif; l'oxyde d'argent joue aussi le rôle positif, en déplaçant la soude dans le chlorure de sodium. Le chlorure d'argent, au contraire, est négatif, dans la formation du sel double qu'il constitue en s'unissant au chlorure de sodium.

» 6. Les phénomènes que je viens de rappeler sont accomplis par le seul jeu des affinités chimiques et des énergies mises en jeu dans les conditions ordinaires. Or, ce sont précisément les mêmes enchaînements de réactions qui ont été observés dans les expériences récentes et très intéressantes de MM. Brochet et Petit sur l'attaque du platine par le cyanure de potassium, avec formation de cyanure double, sous l'influence des courants alternatifs; ceux-ci produisant la polarisation électrique (disposition

en ions), et par suite l'énergie qui détermine les phénomènes. En effet, sous l'influence du courant, l'eau est électrolysée; l'hydrogène se dégage, tandis que l'oxygène (négatif) tend à s'unir au platine (positif), en formant un oxyde, lequel échange à mesure son oxygène contre une partie équivalente du cyanogène du cyanure de potassium, pour former du cyanure de platine; ce dernier corps se combine au même moment, en jouant un rôle négatif, à l'excès du cyanure de potassium, qui joue le rôle positif, de façon à constituer un cyanure double. La réaction observée est donc la somme virtuelle des actions suivantes :

$$\left\{\begin{array}{c} H^2O = H^2 + O, \\ O + Pt = PtO, \\ PtO + H^2O + 2KCy = PtCy^2 + 2KOH, \\ PtCy^2 + nKCy = PtCy^2, nKCy. \end{array}\right.$$

» Toutes ces réactions apparaissent comme accomplies à la fois, suivant une progression qui part du platine pour aboutir au sel double.

» Le platine y joue d'abord le rôle d'ion positif vis-à-vis de l'oxygène négatif. L'oxyde de platine est également positif, ou plus exactement l'ion complexe qui en dérive sous l'influence du courant; de façon à déterminer la mise en liberté de la potasse aux dépens du cyanure de potassium. Il constitue ainsi un cyanure de platine, négatif vis-à-vis de l'excès de cyanure de potassium, auquel il demeure combiné.

» Cette série de réactions est, on le voit, parallèle à l'attaque de l'argent par l'oxygène libre et le chlorure de sodium ; mais avec cette différence essentielle que l'attaque de l'argent a lieu sans le concours d'énergies étrangères au système des corps mis en expérience ; tandis que les énergies mises en jeu dans l'attaque électrolytique du platine sont susceptibles d'être fournies par le courant électrolytique, et cela suivant deux sens contraires par le courant alternatif. Voilà ce qui fait l'originalité de la réaction et sa signification générale.

» Rappelons d'ailleurs que les énergies développées sous l'influence du courant, ou sous celle de l'effluve, sont comparables : les unes et les autres étant susceptibles à la fois d'effectuer les travaux préliminaires qui déterminent les réactions exothermiques, ainsi qu'on l'observe dans l'oxydation des métaux et leur attaque par les acides; et les travaux mis en jeu dans les réactions endothermiques, comme le montrent la synthèse de l'acide persulfurique et les formations secondaires d'ozone et d'eau oxygénée. »

PHYSIQUE MATHÉMATIQUE. — *Pouvoir refroidissant d'un courant fluide, faiblement conducteur, sur un cylindre indéfini de section droite quelconque et dont l'axe est normal au courant.* Note de M. **J. Boussinesq.**

« I. Quand un solide, maintenu immobile et à des températures θ_0 invariables sur toute sa surface, se trouve immergé dans un courant fluide permanent, à zéro, de densité constante, latéralement indéfini et dont, loin du corps, la vitesse générale V a des cosinus directeurs donnés l, m, n, les filets fluides qui contournent ce corps prennent, à son contact, les températures θ_0 et les communiquent partiellement à leurs voisins, de proche en proche. Les températures θ du fluide, permanentes en chaque point (x, y, z) de l'espace, sont régies, en effet, par l'équation indéfinie $C\theta' = K\Delta_2\theta$, où K est la conductibilité intérieure du fluide, C la chaleur spécifique de son unité de volume, enfin, θ' la dérivée de θ par rapport au temps prise en suivant sur son filet la particule qui passe actuellement au point (x, y, z), c'est-à-dire en multipliant, par les vitesses u, v, w du fluide suivant les x, y, z, les trois dérivées de θ en x, y, z et faisant la somme. D'ailleurs, ces vitesses u, v, w, censées assez grandes pour n'être pas sensiblement influencées par l'échauffement θ, sont les trois dérivées en x, y, z d'un potentiel $V\beta$ des vitesses, puisque les rotations moyennes de chaque particule, nulles assez loin en amont du corps où u, v, w ont les valeurs constantes Vl, Vm, Vn, restent nulles autour d'elle et, dès lors, partout, à raison du théorème classique de Lagrange-Cauchy. Vu, en outre, la conservation des volumes fluides, les deux équations indéfinies en β et θ, respectivement, seront

$$(1)\qquad \Delta_2\beta = 0, \qquad \frac{d\beta}{dx}\frac{d\theta}{dx} + \frac{d\beta}{dy}\frac{d\theta}{dy} + \frac{d\beta}{dz}\frac{d\theta}{dz} = \frac{K}{CV}\Delta_2\theta.$$

» On y joindra les conditions évidentes, relatives aux limites,

$$(2)\quad (\text{à la surface du corps})\quad \lambda\frac{d\beta}{dx} + \mu\frac{d\beta}{dy} + \nu\frac{d\beta}{dz} = 0, \qquad \theta = \theta_0(x, y, z),$$

$$(3)\quad (\text{pour } \sqrt{x^2+y^2+z^2} \text{ infini})\quad \frac{d\beta}{d(x, y, z)} = (l, m, n), \qquad \theta = 0,$$

où λ, μ, ν désignent les trois cosinus directeurs de la normale au corps, menée dans le fluide.

» II. Pour nous débarrasser d'abord de la troisième variable, z, choisissons comme solide un cylindre de longueur indéfinie, à température θ_0 uniforme le long de chaque génératrice, et dont l'axe, pris pour celui des z, soit normal au courant; de sorte que l'on ait β, θ indépendants de z, et ν, n nuls. Le potentiel $V\beta$ des vitesses étant supposé obtenu dans toute la partie du plan des xy extérieure au cylindre, les lignes d'égal potentiel, $\beta = \text{const.}$, seront, loin du cylindre, des droites normales au courant général et équidistantes de $d\beta$, même celles qui, prenant les plus fortes courbures près du cylindre, s'y interrompent ou y aboutissent : ce qu'elles font en étant perpendiculaires aux filets fluides et, par suite, au contour même du cylindre où glisse l'un d'eux.

» Ces lignes $\beta = \text{const.}$ interceptées par la section du cylindre ont, évidemment, leur paramètre β compris entre un minimum β_0 et un maximum β_1 définissant respectivement la première et la dernière d'entre elles, savoir : les deux chez lesquelles les points d'interruption se rejoignent, à l'avant du corps, pour l'une, à l'arrière, pour l'autre, et deviennent, sur leurs courbes respectives, un *point de rebroussement*. Les filets fluides constituant partout les trajectoires orthogonales aux lignes d'égal potentiel, celui d'entre eux qui arrive, de l'amont, au premier point de rebroussement (situé sur la ligne β_0), est le seul qui puisse atteindre la section du cylindre et, par une déviation géométriquement brusque, mais dynamiquement continue (grâce à un ralentissement momentané), contourner cette section : il s'y bifurque donc en deux branches qui, laissant entre elles le cylindre, se rejoignent au second point de rebroussement (où $\beta = \beta_1$), le seul où elles puissent quitter le cylindre, pour continuer ensemble leur course à l'aval du corps.

» Nous l'appellerons le filet *axial* ou *central :* les autres, bien continus, se disposeront de part et d'autre de celui-là, et leur équation sera $\alpha = \text{const.}$, si α est la fonction de x et de y définie par l'intégrale de différentielle totale exacte

$$(4) \qquad \alpha = \int\left(\frac{d\beta}{dy}dx - \frac{d\beta}{dx}dy\right) + \text{const.},$$

la constante arbitraire s'y déterminant de manière à annuler α sur le filet central. Les valeurs de α positives définiront les filets situés du côté du filet central où x grandit à partir de ce filet, là où il est dirigé suivant les y positifs et où, par suite, la dérivée de β en x est nulle, mais la dérivée de β en y positive; ce qui, d'après (4), donne bien $d\alpha$ de même signe que dx.

Au contraire, α recevra ses valeurs négatives pour les filets situés de l'autre côté du filet central ou contigus à sa seconde branche.

» III. Cela posé, adoptons α, β comme coordonnées curvilignes, à la place des rectilignes x, y. D'après (4), $\Delta_2\alpha$ s'annulera comme $\Delta_2\beta$ et les paramètres différentiels du premier ordre $\Delta_1\alpha$, $\Delta_1\beta$ auront une valeur commune h. Or il résulte de là que le premier membre de l'équation (1) en θ, et le facteur variable $\Delta_2\theta$ du second membre deviendront les deux produits respectifs de h^2 par la dérivée première de θ en β et par la somme des deux dérivées secondes directes de θ en α et en β. L'équation indéfinie en θ sera donc

$$\frac{d\theta}{d\beta} = \frac{K}{CV}\left(\frac{d^2\theta}{d\alpha^2} + \frac{d^2\theta}{d\beta^2}\right). \tag{5}$$

Et comme, d'autre part, si $f(\beta)$ et $f_1(\beta)$ sont les deux expressions, en β, des températures θ_0 données respectivement le long des deux branches du filet central, la condition $\theta = \theta_0$ relative à la surface du cylindre devient

(6) (pour $\alpha = 0$ et β compris entre β_0 et β_1) $\theta =$ soit $f(\beta)$, soit $f_1(\beta)$,

le problème de calcul intégral auquel on est ramené se trouve le même pour toutes les formes du cylindre, ou identique à ce qu'il serait dans l'hypothèse simple $\alpha = x$, $\beta = y$, c'est-à-dire quand il s'agit d'un plateau mince disposé longitudinalement dans le courant et ne le troublant pas.

» IV. Dans la plupart des fluides, l'extrême petitesse de la conductibilité K maintient l'annulation de θ, à très peu près, le long des filets un peu distants du corps ou dont le paramètre α n'est pas voisin de zéro. Seul, le filet $\alpha = 0$ se chauffe par contact : ce qu'il fait dans l'intervalle de $\beta = \beta_0$ à $\beta = \beta_1$; et il ne communique que lentement sa chaleur à ses voisins. Donc les valeurs notables de θ n'existent, pour ces fluides, que dans un champ étroit, de part et d'autre de $\alpha = 0$, et pour β croissant depuis β_0, environ, jusqu'à l'infini. Elles sont même, au voisinage de $\beta = \beta_0$, c'est-à-dire à l'avant du corps, là où varie vite la température du filet central, incomparablement plus localisées, de part et d'autre de $\alpha = 0$, que sur les côtés du corps, ou surtout à son arrière et en aval, où augmente peu à peu d'épaisseur la mince couche des filets chauffés.

» Dès lors, dans ce champ étroit auquel on peut se borner, θ varie très vite avec α, mais graduellement avec β. Donc le troisième ou dernier terme de (5) s'efface devant le second, laissant à cette équation (5) la forme binome de celle de Fourier pour l'échauffement d'un mur. D'ailleurs, si

l'on appelle $f(\beta)$ les valeurs de θ pour $\alpha = 0$, ces valeurs, nulles de $\beta = -\infty$ à β peu inférieur à β_0, ne seront inconnues que dans une étendue très restreinte, à l'approche de la limite β_0, au-dessus de laquelle elles deviennent θ_0, c'est-à-dire la fonction $f(\beta)$ ou $f_1(\beta)$ de (6), suivant qu'il s'agit de considérer les filets correspondant à α positif ou à α négatif. Enfin, pour $\beta > \beta_1$, $f(\beta)$, dont on n'aura guère à s'occuper dans ces régions, gardera longtemps la valeur $f(\beta_1)$, la petitesse de K rendant très lent le refroidissement du filet central, une fois ce filet détaché du corps.

» L'expression des valeurs sensibles de θ sera donc, aux notations près, celle que j'ai donnée pour le cas d'un plateau mince ([1]). Et l'on aura, en y joignant l'expression corrélative de la dérivée de θ en α, prise pour $\alpha = 0$ et, par exemple, du côté des α positifs :

$$(7)\quad \theta = \sqrt{\frac{2}{\pi}}\int_0^\infty f\left(\beta - \frac{CV}{K}\frac{\alpha^2}{2\nu^2}\right)e^{-\frac{\nu^2}{2}}d\nu,\quad \left(\frac{d\theta}{d\alpha}\right)_0 = -2\sqrt{\frac{CV}{\pi K}}\int_0^\infty f'(\beta-\omega^2)\,d\omega.$$

» V. Le flux de chaleur, $F\,ds$, qu'émet, dans l'unité de temps et par unité de longueur du cylindre, la surface de celui-ci projetée suivant un élément ds du contour, aura l'expression $-K\left(\frac{d\theta}{d\alpha}\right)_0(\Delta_1\alpha)\,ds$, égale à $-K\left(\frac{d\theta}{d\alpha}\right)_0(\Delta_1\beta)\,ds$, ou, enfin, à $-K\left(\frac{d\theta}{d\alpha}\right)_0 d\beta$; et la somme des flux ainsi emportés par toute la branche des filets bifurqués venue du côté des α positifs en sera l'intégrale, prise de $\beta = \beta_0$ à $\beta = \beta_1$. Sa formule est donc

$$(8)\quad \left\{\begin{aligned} &2\sqrt{\frac{KCV}{\pi}}\int_0^\infty d\omega\int_{\beta_0}^{\beta_1} f'(\beta-\omega^2)\,d\beta \\ &= 2\sqrt{\frac{KCV}{\pi}}\int_0^\infty [f(\beta_1-\omega^2) - f(\beta_0-\omega^2)]\,d\omega. \end{aligned}\right.$$

» Or $f(\beta_0-\omega^2)$ n'est sensible que pour les valeurs extrêmement petites de ω, et $f(\beta_1-\omega^2)$ ne l'est que pour les valeurs de $\beta_1-\omega^2$ supérieures ou à peine inférieures à β_0. On peut donc supprimer sous le signe $\int$ le terme $-f(\beta_0-\omega^2)$ et réduire à $\sqrt{\beta_1-\beta_0}$ la limite supérieure d'intégration. Le second membre de (8), accru de l'expression analogue correspondant à la seconde branche des filets $\alpha = 0$, donne donc pour le

---

([1]) *Théorie analytique de la chaleur, mise en harmonie avec la Thermodynamique et avec la théorie mécanique de la lumière*, t. II, p. 191 et 192.

pouvoir refroidissant du courant, chaleur totale que ce courant enlève au cylindre par unités de temps et de longueur, la formule

$$(9)\quad \left\{\begin{aligned} \text{Pouvoir refroidissant} &= 2\sqrt{\frac{KCV}{\pi}}\int_0^{\sqrt{\beta_1-\beta_0}}[f(\beta_1-\omega^2)+f_1(\beta_1-\omega^2)]\,d\omega \\ &= 4\theta_0\sqrt{\frac{KCV}{\pi}(\beta_1-\beta_0)}, \end{aligned}\right.$$

où le dernier membre est obtenu dans l'hypothèse d'un excès $\theta_0 = f(\beta)$ de température constant sur tout le cylindre. Ainsi *le pouvoir refroidissant est proportionnel aux racines carrées de la conductibilité intérieure* K *du courant, de sa capacité calorifique* C, *de sa vitesse* V, *et aux excès* θ_0 *de température du cylindre, ainsi qu'à la racine carrée de l'espacement* $\beta_1 - \beta_0$, *loin du cylindre, des deux surfaces extrêmes d'égal potentiel* $V\beta$ *entre lesquelles le cylindre se trouve compris.*

» VI. Quand la section du cylindre est une ellipse, et qu'on prend ses axes $2a$, $2b$ pour ceux des x et des y, l'intégration des équations (1), (2), (3) en β donne assez facilement, à une constante près,

$$(10)\qquad \beta = \frac{lx}{a-b}\left(a - b\sqrt{\frac{b^2+\lambda}{a^2+\lambda}}\right) + \frac{my}{b-a}\left(b - a\sqrt{\frac{a^2+\lambda}{b^2+\lambda}}\right),$$

λ désignant la fonction de x et de y définie par l'équation $\frac{x^2}{a^2+\lambda} + \frac{y^2}{b^2+\lambda} = 1$, fonction croissante, de zéro à l'infini, quand on passe de l'ellipse proposée à ses homofocales extérieures. Sur le cylindre, où λ s'annule, cette expression admet successivement, vu la relation $l^2 + m^2 = 1$, les formes

$$(11)\quad \left\{\begin{aligned} \beta = (a+b)\left(l\frac{x}{a} + m\frac{y}{b}\right) &= \pm(a+b)\sqrt{(l^2+m^2)\left(\frac{x^2}{a^2}+\frac{y^2}{b^2}\right) - \left(l\frac{y}{b} - m\frac{x}{a}\right)^2} \\ &= \pm(a+b)\sqrt{1 - l^2m^2\left(\frac{x}{la} - \frac{y}{mb}\right)^2}. \end{aligned}\right.$$

» La dernière montre que le minimum β_0 et le maximum β_1 se réalisent en deux points opposés, pour $x = \mp la$, $y = \mp mb$, et qu'ils valent $\mp(a+b)$. Ainsi l'*espacement* $\beta_1 - \beta_0$ *égale la somme des axes* $2a$, $2b$ *de la section elliptique.*

» Donc, *quand le cylindre a pour section droite une ellipse, le pouvoir refroidissant est indépendant de la direction du courant dans le plan des deux axes et proportionnel à la racine carrée de leur somme.* »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur un nouveau mode de préparation des dérivés alcoylés et alcoylidéniques des cétones cycliques. Application à la préparation des alcoylmenthones*. Note de M. A. HALLER.

« Quand on traite certaines cétones cycliques par du sodium (camphre, menthone, cyclohexanones, etc.), il se forme tout à la fois un dérivé sodé de la cétone et de l'alcool correspondant. C'est ainsi qu'une dissolution de camphre dans les carbures ou dans l'éther donne naissance à du camphre sodé et à du bornéol sodé quand on le soumet à l'action du sodium (Baubigny). Il en est de même de la menthone. La présence de l'alcool sodé correspondant à la cétone sodée sur laquelle on se propose d'opérer la substitution donne toujours lieu à la formation de divers produits secondaires, dont la séparation d'avec le dérivé de la cétone est, suivant les cas, plus ou moins laborieuse. Aussi avons-nous cherché à préparer les cétones sodées exemptes d'alcools sodés en nous servant, au lieu du métal alcalin lui-même, d'amidure de sodium (1). La réaction entre la cétone et l'amidure s'effectue de la façon suivante (2) :

$$R\left\langle\begin{array}{l}CH^2\\ \mid\\ CO\end{array}\right. + NaNH^2 = R\left\langle\begin{array}{l}CH^5Na\\ \mid\\ CO\end{array}\right. + NH^3,$$

de sorte que, lorsqu'on fait agir sur le dérivé sodé les aldéhydes ou les iodures alcooliques, on obtient directement le produit de condensation ou de substitution cherché. Il n'est généralement mélangé que d'un excès de la cétone.

» Nous devons, en effet, faire remarquer que, dans les conditions où nous avons opéré, il n'est pas possible de transformer toute la cétone mise en œuvre en dérivé sodé; il en reste toujours une certaine quantité hors de l'atteinte du métal alcalin.

---

(1) Nous devons l'amidure de sodium qui nous a servi à ces recherches à l'obligeance du directeur des *Farbwerke de Hœchst,* M. le professeur Laubenheimer, auquel nous adressons nos sincères remercîments.

(2) M. le professeur Brühl a déjà employé l'amidure de sodium, au lieu et place du métal, pour préparer l'acide campho-carbonique dans le but d'augmenter le rendement de cet acide (*Ber.,* t. XXXVI, p. 1306).

» *Préparation des alcoylmenthones* : $C^8H^{16}\left\langle\begin{matrix}CH.R\\ | \\ CO\end{matrix}\right.$. — A une dissolution de menthone sèche dans 10^g d'éther absolu, on ajoute 13^g d'amidure de sodium finement pulvérisé dans un mortier chaud, en présence d'éther sec, et l'on chauffe le mélange dans un ballon muni d'un appareil à reflux jusqu'à ce que l'on ne perçoive presque plus l'odeur de l'ammoniaque. On ajoute ensuite à la solution un peu plus que la quantité théorique d'iodure ou de bromure alcoolique et l'on continue à chauffer, en ayant soin de remuer de temps à autre le ballon. On arrête l'opération quand on constate que l'iodure ou le bromure alcalin qui se dépose n'augmente plus de volume. Le liquide est traité par l'eau et les deux couches sont séparées au moyen d'un entonnoir à robinet. Le liquide éthéré, après plusieurs lavages à l'eau, est desséché sur du sulfate de magnésie anhydre et soumis à la distillation pour éliminer l'éther. L'huile restante est finalement fractionnée dans le vide.

» On obtient ainsi des liquides huileux, incolores, qui, à part le dérivé méthylé, possèdent tous une odeur de moisi et de menthone. Ils sont insolubles dans l'eau et les solutions alcalines, mais solubles dans tous les dissolvants organiques.

» Leurs principales constantes physiques sont les suivantes :

	Points d'ébullition.	Déviation α_D pour $l = 100^{mm}$.
	mm	° ′
Méthylmenthone (1)	96-97 sous 13	+ 20.18
Éthylmenthone	101-102 sous 13	+ 38
Propylmenthone	128-132 sous 19	+ 39.20
Isobutylmenthone	124-128 sous 10	+ 45
Isoamylmenthone	138-143 sous 10	+ 31.48
Allylmenthone	134-137 sous 20	+ 25.42

» La menthone qui a servi à nos expériences déviait à gauche et possédait le pouvoir rotatoire $\alpha_D = -26°18'$ pour une colonne de 100^{mm}.

» Comme le montre ce Tableau, la plupart de ces corps distillent dans un intervalle de 3° à 5°, à la pression sous laquelle on opère.

» Quant aux pouvoirs rotatoires, ils sont de signe contraire à celui de la menthone, et ne suivent une progression ascendante que jusqu'à l'isobutylmenthone.

(1) Méthyl- et éthylmenthones ont été préparées par M. Martine, qui en fera l'étude dans un travail qui sera publié prochainement.

» Le pouvoir rotatoire de l'allylmenthone est même inférieur à celui de la propylmenthone, alors qu'on aurait pu s'attendre à ce qu'il lui fût supérieur, par suite de la double liaison qui renferme la chaîne allylique. Il est vrai que cette allylmenthone a été soumise à des rectifications réitérées et beaucoup plus considérables que celles dont fut l'objet la propylmenthone.

» Toutes ces anomalies ne sont peut-être qu'apparentes et peuvent trouver leur explication dans ce fait que la menthone est très sensible à l'action des alcalis, qui abaissent son pouvoir rotatoire et le font même passer de gauche à droite. C'est ainsi que notre menthone $\alpha_D = -26°18'$, chauffée avec l'amidure de sodium, dans des conditions analogues à celles qui ont conduit aux dérivés alcoylés, déviait à droite de $+4°44'$, alors qu'on l'eût régénérée par l'eau glacée de sa combinaison sodée.

» D'autre part, depuis la synthèse qu'en a faite M. G. Leser, il est hors de doute que la menthone possède la formule (I) et renferme 2[at] de carbone asymétrique. Ce fait permet de la concevoir sous quatre formes isomériques.

(I)
CH^3
|
CH
H^2C / \ CH^2
H^2C | | CO
\ /
CH
|
C^3H^7

(II)
CH^3
|
CH
H^2C / \ CH — R
H^2C | | CO
\ /
CH
|
C^3H^7

» L'introduction de radicaux alcooliques R dans sa molécule a pour effet de provoquer l'asymétrie d'un nouvel atome de carbone, de sorte que le nombre d'isomères possibles répondant à la formule (II) et ayant par conséquent 3[at] de carbone asymétriques peut s'élever à *huit*. Or, on sait que deux, au moins, de ces stéréoisomères se produisent quand, dans une molécule, on fait naître l'asymétrie d'un atome de carbone; mais étant donnée la mobilité de la molécule de menthone, rien n'empêche qu'il ne s'en forme davantage aux dépens des carbones asymétriques préexistant dans cette cétone.

» Tous ces faits expliquent suffisamment les anomalies constatées dans les pouvoirs rotatoires et les difficultés rencontrées dans l'obtention de produits bouillant à une température constante.

» Comme le camphre sodé, la menthone sodée se prête à des condensations avec les aldéhydes aromatiques, et les alcoylidènementhones obtenues possèdent les mêmes propriétés générales que celles préparées par d'autres

voies. M. Martine a réussi à préparer ainsi de la benzylidène- et de l'anisylidènementhone (expériences inédites).

» Nous nous proposons de continuer l'étude de ces produits de substitution de la menthone, et de chercher à préparer des dérivés cristallisés, dans le but de séparer les divers isomères qui ne peuvent manquer de se former dans ces réactions.

» Nous avons également l'intention d'appliquer le nouveau procédé à la préparation de dérivés alcoylés du camphre, de la pulégone, de la méthylcyclohexanone, de la thuyone et en général à la plupart des cétones cycliques facilement accessibles. »

PHYSIQUE. — *Dispositif permettant de rendre identiques les tubes à rayons* X. Note de M. D'ARSONVAL.

« Il était jusqu'ici très difficile, pour ne pas dire impossible, de se rendre compte rapidement et pratiquement de la qualité et de la quantité des rayons X émis par un tube, et surtout de répéter, même à 15 minutes d'intervalle, une expérience dans des conditions identiques.

» Parmi les appareils de comparaison employés, seul le radiochromomètre de Benoist donne des renseignements utilisables sur la qualité de pénétration des rayons, en partant d'une unité arbitraire.

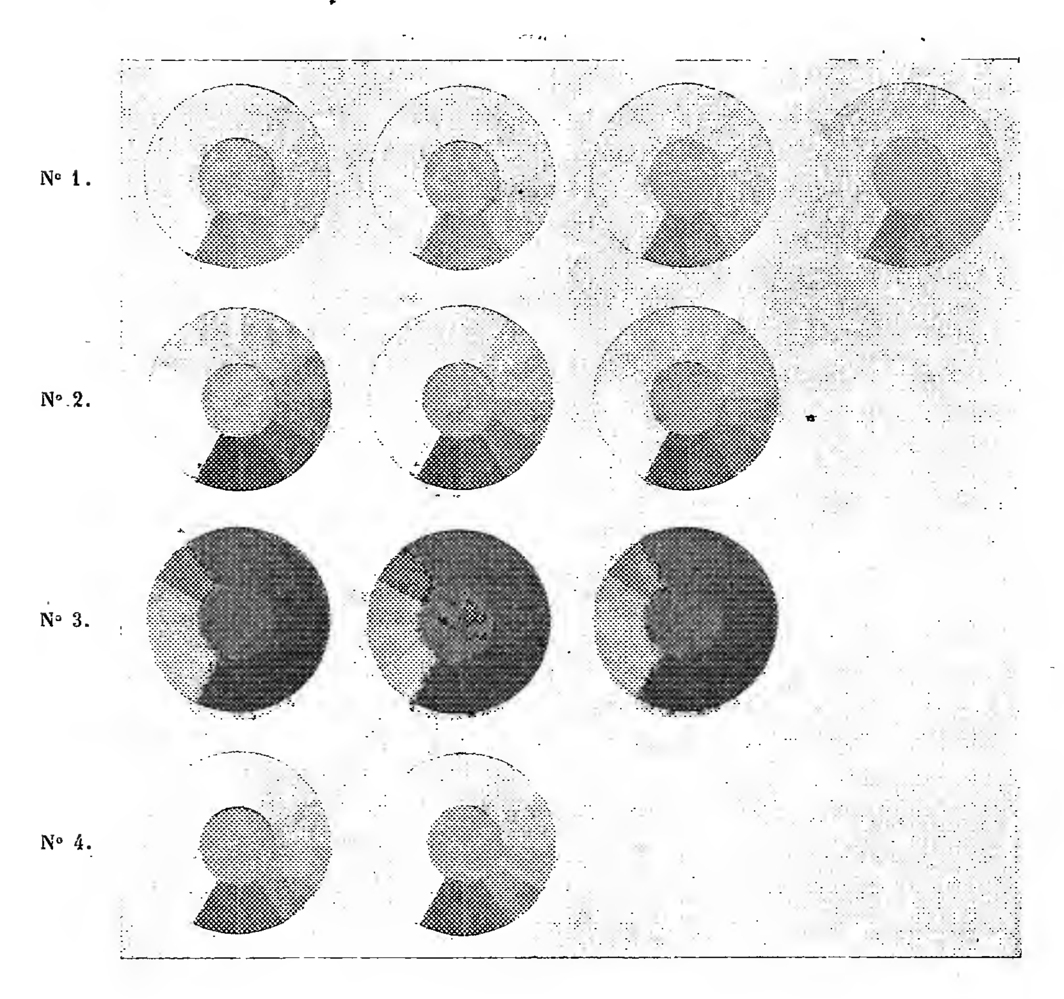
» Pour comparer entre elles les quantités de rayons émis, M. Gaiffe a pensé que le procédé le plus simple était de mesurer l'intensité du courant circulant dans le tube.

» Il a donc construit spécialement un milliampèremètre, type d'Arsonval, très sensible, et s'en est servi pour les expériences que je vais décrire ci-dessous et dont le résultat est visible sur quatre clichés contenant chacun plusieurs radiographies. Je fais remarquer dès maintenant que chaque groupe a été fait sur une seule plaque pour éliminer les différences pouvant provenir soit de l'émulsion, soit du développement.

» Afin de faciliter les essais et de se mettre dans les meilleures conditions expérimentales au point de vue de la production des courants, M. Gaiffe a employé un transformateur à courant alternatif 110-60000 volts, avec rhéostat de réglage et voltmètre sur le primaire pour permettre de connaître les volts efficaces au secondaire, branché sur le secteur alternatif de la rive gauche, ce qui rendait constant le nombre d'émissions par seconde. Le reste de l'installation est conforme à celle employée par M. Villard

comportant capacités limitant le débit, soupapes en dérivation sur le tube, etc.; le milliampèremètre spécial étant chaque fois placé en circuit avec le tube à rayons X seul.

» Le cliché n° 1 représente quatre radiographies faites avec le même tube, le même temps de pose, les mêmes constantes électriques, à des intervalles de temps assez considérables.



» Entre chaque radiographie le tube a servi à des usages quelconques et son degré de vide a été modifié dans de grandes proportions.

» Ces quatre radiographies sont exactement semblables comme intensité d'image et degré de pénétration.

» Elles montrent que : 1° la quantité et la qualité des rayons X émis

étaient les mêmes; 2° pour un appareillage donné on peut toujours ramener un tube dans des conditions de fonctionnement déterminées; 3° il découle de cela qu'on peut maintenir un tube dans le même état de fontionnement aussi longtemps qu'il est nécessaire.

» L'emploi du milliampèremètre permet encore de faire fonctionner un tubes à différents régimes sans que son degré de vide change. Pour cela il suffit, étant donné un tube à un régime déterminé, de faire varier brusquement les volts du primaire du transformateur, de lire l'intensité immédiate qui résulte de ce changement et de maintenir le tube à cette intensité, la contre-épreuve prouvant que le tube n'a pas varié.

» La deuxième radiographie que je vous présente a été obtenue avec un tube au même degré de vide avec trois régimes différents et en faisant varier le temps de pose d'une façon inversement proportionnelle à l'intensité, de façon à avoir le produit $I \times T =$ constante.

» Ces radiographies sont semblables, ce qui conduit à conclure que, pour un état de vide donné d'un tube, la quantité de rayons émise est proportionnelle à l'intensité qui y circule.

» Voici les données des expériences :

1°	$I = 0^{ma},45$,	$T = 45^{s}$;
2°	$I = 1^{ma}$,	$T = 20^{s}$;
3°	$I = 1^{ma},25$,	$T = 15^{s},5$.

» Enfin, il était intéressant de comparer différents tubes. On a fait une première expérience sur des tubes Chabaud-Villard, un grand modèle, un petit modèle et un petit modèle à anticathode conique; une deuxième sur un tube Chabaud et un tube de provenance étrangère très différents comme construction, comme matériaux et comme volume. Dans chaque expérience, les tubes ont été amenés au même régime, déterminé comme il a été dit ci-dessus, les temps de pose étant égaux. Les clichés qui représentent ces expériences montrent des radiographies presque absolument semblables.

» Il résulte des essais décrits ci-dessus qu'on peut toujours, en employant des appareils de mesure électriques disposés comme il est dit plus haut, se remettre dans des conditions déterminées de fonctionnement d'un tube.

» Mais il en résulte aussi, chose des plus importantes, que les qualités d'un tube sont suffisamment déterminées par la mesure de l'intensité moyenne de courant qui le traverse, et par son degré de pénétration, et

que tout radiographe peut répéter, d'une façon absolument certaine, une expérience ainsi caractérisée. »

NOMINATIONS.

L'Académie procède, par la voie du scrutin, à la nomination d'un Membre, dans la Section de Minéralogie, pour remplir la place laissée vacante par le décès de M. *Fouqué*.

Au premier tour de scrutin, le nombre des votants étant 50,

M. Barrois	obtient.	39 suffrages
M. Wallerant	»	6 »
M. Douvillé	»	5 »

M. **Barrois**, ayant obtenu la majorité absolue des suffrages, est proclamé élu. Sa nomination sera soumise à l'approbation du Président de la République.

L'Académie procède, par la voie du scrutin, à la nomination de Commissions de prix chargées de juger les concours de l'année 1904.

Le dépouillement du scrutin donne les résultats suivants :

Chimie : *Prix Jecker, Cahours, Montyon (Arts insalubres)*. — MM. Troost, Gautier, Moissan, Ditte, Lemoine, Haller, Membres de la Section de Chimie; et MM. Berthelot, Schlœsing, Carnot.

Botanique : *Prix Desmazières, Montagne, de la Fons-Melicocq*.—MM. Van Tieghem, Bornet, Guignard, Bonnier, Prillieux, Zeiller, Membres de la Section de Botanique; et MM. Giard, Chatin, Perrier.

Zoologie : *Prix Savigny, Thore*. — MM. Ranvier, Perrier, Chatin, Giard, Delage, Bouvier, Membres de la Section d'Anatomie et Zoologie; et MM. Grandidier, Laveran, Lannelongue.

Médecine : *Prix Montyon (Médecine et Chirurgie), Barbier, Bréant, Godard, du baron Larrey, Bellion, Mège*. — MM. Marey, Bouchard, Guyon, d'Arsonval, Lannelongue, Laveran, Membres de la Section de Médecine et Chirurgie; et MM. Roux, Brouardel, Labbé, Chauveau, Delage.

Physiologie : *Prix Montyon (Physiologie expérimentale), Philipeaux, Lallemand, Pourat, Martin-Damourette.* — MM. d'Arsonval, Marey, Bouchard, Chauveau, Laveran, Giard, Roux.

Cette Commission est également chargée de présenter une *question de prix Pourat* (Physiologie) pour l'année 1906.

MÉMOIRES PRÉSENTÉS.

M. **Émile Anceaux** soumet au jugement de l'Académie un Mémoire « Sur la corrélation des taches et des marées du Soleil ».

(Renvoi à l'examen de MM. Maurice Levy et Poincaré.)

M. **Delaurier** adresse une Note relative à l'emploi en Aéronautique d'un moteur basé sur le principe de l'éolipyle.

(Renvoi à la Commission de l'Aéronautique.)

CORRESPONDANCE.

M. le **Secrétaire perpétuel** présente à l'Académie, de la part du Ministre de Suisse en France, plusieurs Mémoires du Dr *E. Fischer*, de Zurich, relatifs à la transmission héréditaire des caractères acquis par l'influence du milieu sur l'organisme et à la transformation d'une espèce en une autre.

M. le **Secrétaire perpétuel** signale, parmi les pièces imprimées de la Correspondance :

1° Le premier Volume d'un Ouvrage intitulé : « Obras sobre Mathematica do *F. Gomes Teixeira* ».

2° Un Ouvrage de M. *George Davidson* ayant pour titre : « The Alaska Boundary ».

3° Le premier fascicule des « Avis sismiques de Roumanie », par M. *St.-C. Hepites*.

ASTRONOMIE. — *Observations de la comète Brooks (a 1904) faites à l'observatoire d'Alger, à l'équatorial coudé de* $0^m,318$, par MM. **Rambaud** et **Sy**; présentées par M. Lœwy.

Dates. 1904.	Étoiles.	Temps moyen d'Alger.	☄ — ★ ΔR.	☄ — ★ ΔD.	Nombre de comparaisons.
		h m s	m s	′ ″	
Avril 22...	*a*	10.16. 1	— 2. 2,03	+ 2.38,8	12:10
22...	*a*	10.50. 2	— 2. 6,14	+ 3.29,7	12:12
28...	*b*	8.47. 0	+ 0.25,43	+ 2.58,7	12:12
28...	*b*	9. 4.29	+ 0.22,63	+ 3.20,2	12:12
29...	*c*	8.59.49	+ 1. 4,43	— 2.37,1	12:12
29...	*c*	9.19.11	+ 1. 1,18	— 2.12,3	12:12
30...	*d*	9.38.46	+ 2. 3,97	+ 0.31,7	12:12
30...	*d*	10. 6.15	+ 1.59,21	+ 1. 3,9	12:12

Positions des étoiles de comparaison.

Étoiles.	Ascension droite moyenne.	Réduction au jour.	Déclinaison moyenne.	Réduction au jour.	Autorités.
	h m s	s	° ′ ″	″	
a..	16.43.41,53	+1,76	+47.42.51,3	—6,3	A.G., Bonn, n° 10729.
b..	16.20.35,22	+1,99	+50.57.48,7	—4,3	A.G., Cambridge, US, n° 4989.
c..	16.16. 5,76	+2,02	+51.33.44,8	—4,0	A.G., Cambridge, US, n° 4960.
d..	16.10. 7,07	+2,06	+52. 0.26,3	—3,5	A.G., Cambridge, US, n° 4942.

Positions apparentes de la comète.

Dates. 1904.	Ascension droite apparente.	Log. fact. parallaxe.	Déclinaison apparente.	Log. fact. parallaxe.
	h m s		° ′ ″	
Avril 22....	16.41.41,26	$\bar{1},808_n$	+47.45.23,8	0,146
22....	16.41.37,15	$\bar{1},773_n$	+47.46.14,7	$\bar{1},856$
28....	16.21. 2,64	$\bar{1},865_n$	+51. 0.43,1	0,320
28....	16.20.59,84	$\bar{1},856_n$	+51. 1. 4,6	0,225
29....	16.17.12,21	$\bar{1},859_n$	+51.31. 3,7	0,194
29....	16.17. 8,96	$\bar{1},845_n$	+51.31.28,5	0,049
30....	16.12.13,10	$\bar{1},823_n$	+52. 0.54,5	$\bar{1},650$
30....	16.12. 8,34	$\bar{1},788_n$	+52. 1.26,7	$\bar{1},065_n$

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur le connexe linéaire dans l'espace à $n-1$ dimensions*. Note de M. **Léon Autonne**, présentée par M. Jordan.

« J'ai consacré au connexe linéaire dans l'espace à trois dimensions $(n=4)$ les quatre premiers Chapitres de la seconde Partie, dans mon Travail *Sur les formes quaternaires à deux séries de variables* (inséré aux *Mémoires couronnés et Mémoires des savants étrangers*, publiés par l'Académie de Belgique, t. LIX, 1901). Je passe au cas général $n-1$, où n est quelconque.

» Prenons (terminologie de Frobenius, aujourd'hui classique) la matrice n-aire $A=[a_{\alpha\beta}]$, $a_{\alpha\beta}=\text{const.}$, $|\alpha,\beta=1,2,\ldots,n|$ et le connexe linéaire $\mathcal{A}$ ayant pour équation

$$A(x;u)=\sum_{\alpha\beta}a_{\alpha\beta}u_\alpha x_\beta=0.$$

Nommons a, b, c, ... les racines *distinctes* de l'équation caractéristique; soit

$$\Delta(r)=(r-a)^{\alpha_0}(r-a)^{\alpha_1}\ldots(r-a)^{\alpha_{k-1}}(r-b)^{\beta_0}\ldots=\Pi(r-l)^\lambda$$
$$(\alpha_0\geqq\alpha_1\geqq\ldots\geqq\alpha_{k-1};\ \beta_0\geqq\ldots\geqq\ldots);$$
$$\Sigma\lambda=\alpha_0+\ldots\alpha_{k-1}+\beta_0+\ldots=n;$$

la fonction caractéristique, décomposée en ses *Elementartheiler* (Weierstrass).

» Un choix approprié de coordonnées met en évidence les propriétés suivantes :

» Au facteur $(r-l)^\lambda$ de $\Delta(r)$ correspondent : 1° une matrice Λ λ-aire composante; 2° 2λ variables z_j et w_j $|j=1,2,\ldots,\lambda|$, choisies parmi les $2n$ variables x et u. On a

$$\Lambda(z;w)=l\Sigma zw+w_1z_2+\ldots+w_{\lambda-1}z_\lambda \quad \text{et} \quad A(x;u)=\Sigma\Lambda(x;w),$$

où la sommation s'étend à toutes les composantes Λ. Les diverses Λ, où l est égal à une même racine a, formeront l'*hypersystème* (a). Dans chaque Λ, on nommera *paramètre fondamental* la variable z_1 et la variable w_λ.

» Il y a ∞^{k-1} points fondamentaux ξ_a, fournis par la racine a. On les obtient par la règle suivante : 1° dans chaque Λ, qui n'appartient pas à (a),

annuler toutes les variables z; 2° dans chaque Λ de (a), annuler toutes les z, excepté le paramètre fondamental; 3° prendre arbitrairement les k paramètres fondamentaux. Même règle pour les plans fondamentaux η_a et les variables w.

» Pour un point fondamental ξ_a *donné*, nommons K l'ordre minimum des composantes Λ, où le paramètre fondamental n'est pas zéro. Il existe une courbe C, unicursale et de degré $K - 1$, issue de ξ_a, possédant, en ξ_a, K points fondamentaux confondus. La portion de C afférente à une composante Λ sera $\tau z_j = Z s^{j-1}\chi(K - j)$, où 1° Z est le paramètre fondamental, 2° le symbole $\chi(\zeta)$ est 1, si $\zeta \geqq 0$, et zéro pour $\zeta < 0$; 3° le facteur τ, le même pour toutes les composantes, se définit avec la valeur absolue des coordonnées homogènes x. Pour un plan fondamental η_a, existent des propriétés analogues par dualité.

» Les *courbes de coïncidence principale*, introduites par Clebsch pour le connexe plan, se généralisent en deux sortes de figures $\mathfrak{X}$ et $\mathfrak{V}$, qui se correspondent dualistiquement. La portion de la courbe $\mathfrak{X}$ afférente à Λ est

$$\Phi z_j = e^{lt}\frac{\partial^{j-1}\varphi}{\partial t^{j-1}}, \qquad \varphi = \sum_m t^m c_m,$$

$c_m =$ const.; $m = 1, 2, \ldots, \lambda - 1$; Φ est un facteur analogue à τ.

» Par un point x non fondamental passe une et une seule courbe $\mathfrak{X}$. Pour t fini, aucune $\mathfrak{X}$ ne passe par un fondamental ξ. Choisissant convenablement les c_m, ainsi que le chemin suivant lequel la variable complexe t^{-1}, dans son plan, tend vers zéro, on peut faire passer $\mathfrak{X}$ par tout fondamental donné à l'avance.

» J'ai fait la construction des connexes $\mathfrak{A}$ pour $n = 4$ et 5. Il y a onze types pour $n = 4$ et vingt-quatre types pour $n = 5$.

» Dans mon Travail précité, j'ai étudié les systèmes de plusieurs connexes $\mathfrak{A}$, pour $n = 4$. Pour n quelconque, le problème semble encore inabordable. En effet les matrices

$$|t_\rho = \text{param.}|, \qquad \left[\sum_\rho t_\rho a_{\rho ij}\right], \qquad |\rho = 1, 2, \ldots, R; i, j = 1, 2, \ldots, n|$$

n'ont été, au moins à ma connaissance, encore étudiées à fond que, pour $R = 2$, par Weierstrass (théorie des *Elementartheiler*). Pour $R > 2$, on ne possède encore rien de systématique dans l'ordre d'idées de Weierstrass. »

RADIOACTIVITÉ. — *Sur la radioactivité des gaz qui se dégagent de l'eau des sources thermales.* Note de MM. **P. Curie** et **A. Laborde**, transmise par M. Potier.

« MM. Elster et Geitel ont montré que les gaz de l'atmosphère et ceux extraits du sol possèdent une certaine conductibilité électrique et provoquent la radioactivité induite. Plus tard on trouva que les gaz extraits des eaux de source présentent aussi ces propriétés, mais d'une façon beaucoup plus sensible. Enfin des recherches récentes ont montré que ces effets proviennent de la présence dans les gaz d'une émanation analogue à celle que dégage le radium. La radioactivité des gaz conservés en vase clos diminue en effet de moitié en quatre jours.

» Nous avons principalement étudié la radioactivité des gaz qui se dégagent spontanément au griffon d'un grand nombre de sources, et nous avons essayé de faire des déterminations quantitatives : ce n'est, en effet, qu'en donnant des valeurs numériques que l'on pourra comparer les résultats obtenus dans diverses recherches.

» Les Compagnies qui exploitent les sources ont bien voulu recueillir les gaz dans des flacons bouchés et nous les envoyer immédiatement en prenant les précautions nécessaires pour éviter les fuites. Nous introduisons les gaz préalablement desséchés dans une boîte cylindrique fermée en laiton ; cette boîte constitue l'armature externe d'un condensateur cylindrique dont l'armature interne est une tige en laiton isolée placée suivant l'axe de la boîte.

» La boîte cylindrique étant portée à un potentiel de 200 à 300 volts et la tige intérieure étant en relation avec un électromètre, nous mesurons par la méthode du quartz piézo-électrique le courant électrique (courant de saturation) qui traverse le condensateur.

» Le courant électrique s'établit dès l'introduction du gaz, il augmente ensuite assez rapidement pendant quelques heures par suite de la formation de la radioactivité induite sur les parois de la boîte. Le courant décroît ensuite lentement; et généralemont, à partir de 24 heures après l'introduction du gaz, la loi de décroissance est celle de l'émanation du radium.

» Nous donnons dans le Tableau ci-joint les valeurs du courant ($i \times 10^3$ en unités électrostatiques) obtenu dans notre appareil 4 jours après que le gaz a été recueilli à la source (les nombres qui figurent dans ce Tableau

correspondent à des mesures faites au moins 12 heures après l'introduction du gaz dans le condensateur).

» En donnant le courant et les dimensions du condensateur on peut caractériser d'une façon suffisante la quantité d'émanation contenue dans le gaz. (Longueur du condensateur 13^{cm}, rayon du cylindre extérieur $3^{cm},5$, rayon du cylindre intérieur $0^{cm},2$.)

» Toutefois il est préférable de définir la quantité d'émanation contenue dans le gaz par une comparaison directe avec celle qui est dégagée en un temps donné par une solution titrée de bromure de radium pur.

» Dans ce but, une solution contenant $0^{g},00001$ de bromure de radium pur est introduite dans un flacon laveur hermétiquement clos. Au bout d'un temps connu on entraîne par un courant d'air l'émanation qui s'est accumulée dans le flacon ([1]); l'air ainsi chargé d'émanation est introduit dans le condensateur cylindrique et l'on mesure le courant qui traverse le condensateur comme dans le cas des gaz provenant des sources.

» Nous avons fait figurer dans le Tableau ci-joint le nombre de minutes (n) pendant lequel il faudrait laisser séjourner 1^{mg} de bromure de radium pur dans 1^{l} d'air pour obtenir le même courant dans notre appareil qu'avec les gaz étudiés.

		$i\,10^3$.	n.
Badgastein ([2]) (Autriche). Source Gratenbücker.		360	19,7
Plombières (Vosges)	Source Vauquelin	47	2,5
	» nº 3	29	1,53
	» nº 5	28	1,48
	Trou des Capucines	21	1,16
Bains-les-Bains (Vosges)		16	0,89
Luxeuil (Hte-Saône)	Bain des Dames	5,7	0,29
	Grand Bain	2,3	0,12
Vichy (Allier). Source Chomel		4,6	0,25
Néris (Allier)		4,2	0,23
Bagnoles-de-l'Orne		3,3	0,17
Salins-Moutiers (Savoie)		3,0	0,16

([1]) On peut calculer la quantité d'émanation qui existe à chaque instant dans un flacon fermé contenant une solution de sel de radium en supposant : d'une part, que la production d'émanation est proportionnelle au temps; et, d'autre part, que l'émanation produite disparaît spontanément suivant la loi exponentielle connue.

([2]) Les gaz de Badgastein ont été étudiés 12 jours environ après le moment où ils ont été recueillis. On avait alors $i \times 10^3 = 94$. Le courant diminuait ensuite de moitié en 4 jours. On a calculé par extrapolation, en admettant cette loi, le nombre qui figure dans le Tableau.

	$i\,10^3$.	n.
Cauterets (Basses-Pyrénées) .... Eaux-Bonnes (») .... Lamalou (Hérault)	de 0,6 à 3	0,034 à 0,16
Mont-Dore (Puy-de-Dôme)	de 0,6 à 3	0,034 à 0,16
Royat (») .... Châtel-Guyon (») .... Alet (Aude)	0	0

» Si nous avions étudié les gaz immédiatement au sortir de la source, il est à peu près certain qu'ils auraient été 2 fois plus radioactifs.

» Nous avons constaté que l'on impressionne une plaque photographique en la laissant quelques heures sous une cloche remplie avec les gaz de Plombières.

» Nous avons encore étudié les gaz dissous dans les eaux minérales. Nous faisons bouillir l'eau 1 ou 2 jours après sa sortie de la source et nous recueillons les gaz dégagés; ces gaz sont ensuite étudiés dans le condensateur cylindrique précédemment décrit. La quantité d'émanation extraite ainsi de 10^l d'eau est, pour certaines sources (Plombières : sources du Crucifix, des Capucins-Luxeuil, Bain des Dames), de l'ordre de grandeur de la quantité d'émanation dégagée par 1^{mg} de bromure de radium pur en 1 minute.

» Si l'on étudie les mêmes eaux par le même procédé 2 mois environ après leur arrivée de la source, la quantité d'émanation que l'on en extrait est beaucoup plus faible; l'on peut conclure de ce fait que la plus grande partie de la radioactivité des gaz provient d'une action lointaine et n'est pas créée par un sel de radium dissous dans l'eau elle-même.

» Il ne nous appartient pas de tirer une conclusion au point de vue du rôle possible que jouerait la radioactivité dans les actions physiologiques des eaux minérales. Nous ferons seulement remarquer que la quantité d'émanation du radium trouvée est excessivement faible; si on laissait séjourner constamment en vase clos du bromure de radium avec 1^l d'air, il suffirait de $0^{mg},003$ de ce sel pour lui donner la radioactivité indiquée dans le Tableau ci-joint au sujet des gaz de Plombières source Vauquelin. Nous nous sommes trouvés souvent dans une atmosphère considérablement plus chargée en émanations sans éprouver aucune sensation spéciale. Toutefois nous ferons remarquer que dans le Tableau ci-joint les gaz provenant de Badgastein (Autriche) et ceux provenant de Plombières et de la

région des Vosges sont les plus actifs : ces sources sont d'autre part classées dans la catégorie des sources indéterminées parce que leur composition chimique ne permet pas de prévoir qu'elles puissent avoir une action sur l'organisme; et l'on peut se demander si l'action spéciale attribuée à ces eaux n'est pas due à leur radioactivité.

» Enfin la perte d'activité avec le temps est en accord avec l'affirmation souvent faite que certaines eaux minérales perdent avec le temps leurs propriétés. »

PHYSIQUE. — *Sur le point de fusion de l'or.* Note de M. **Daniel Berthelot**, présentée par M. Becquerel.

« L'importance de la connaissance exacte du point de fusion de l'or tient à ce que, n'étant pas influencé par la nature des gaz ambiants (azote, air ou anhydride carbonique, par exemple), il permet une graduation facile et précise des couples thermo-électriques par la méthode de rupture des fils.

» Il y a peu d'années, les nombres indiqués présentaient encore des divergences considérables. C'est ainsi que, en 1881 et 1894, deux physiciens connus pour leurs belles recherches en pyrométrie, M. Violle et M. Barus, avaient trouvé, le premier, 1045° et, le second, 1091°.

» En 1895, MM. Holborn et Wien indiquaient 1072°.

» Une étude des expériences antérieures m'amena à penser que les principales causes d'erreur étaient l'irrégularité du chauffage et l'insuffisance de la porcelaine comme matière du réservoir thermométrique.

» Je remédiai à la première en chauffant électriquement, au moyen de fils de platine, des tubes de porcelaine ou de terre réfractaire de 85^{cm} de long, et je montrai qu'on obtient ainsi, jusque vers 1200°, une constance de température qui impose pour ainsi dire ce mode de chauffage pour les recherches métrologiques, où il n'avait pas encore été employé.

» Pour éviter l'emploi de la porcelaine, j'évaluai la variation de densité de l'air par une méthode optique fondée sur le déplacement des franges d'interférence et indépendante de la forme et des dimensions de l'enveloppe thermométrique.

» Je trouvai ainsi pour la fusion de l'or, avec un thermomètre à air à pression constante, le nombre 1064°,2 (*Comptes rendus*, t. CXXVI, 1898, p. 473 et *Annales de Chimie*, t. XXVI, 1902, p. 58).

» Depuis cette époque, MM. Holborn et Day, dans leurs recherches

poursuivies à la *Physikalische Reichsanstalt*, ont renoncé au chauffage au gaz qu'ils employaient encore en 1895 et adopté le chauffage électrique par fil de platine; ils ont également abandonné les réservoirs de porcelaine pour ceux de platine utilisés jadis avec succès par Pouillet et Becquerel, et qui deviennent bien, au rouge, perméables à l'hydrogène, comme l'a montré Sainte-Claire Deville, mais non à l'air ou à l'azote, comme on l'avait cru. Ils ont trouvé ainsi avec un thermomètre à azote à volume constant le nombre 1064°,0 presque identique au mien (*Annalen der Physik*, t. LXVIII, 1899, p. 817 et t. II, 1900, p. 505).

» Tout récemment (*Comptes rendus*, 25 avril 1904) MM. Jacquerod et Perrot, dans des mesures pyrométriques très intéressantes sur cinq gaz différents, ont obtenu des nombres voisins de 1067°. Ils ont eu recours au chauffage électrique par fils de platine, et ont employé un réservoir thermométrique en silice fondue, ce qui, en raison de la faible dilatation et de l'homogénéité de ce corps, constitue un progrès des plus notables.

» La concordance de ces divers résultats est assez grande pour qu'il y ait intérêt à ramener les nombres précédents à l'échelle absolue. J'ai établi ailleurs (¹) les formules théoriques et les ai vérifiées au moyen des expériences d'une admirable précision de M. Chappuis.

» Si l'on appelle t la température centigrade donnée par un thermomètre à gaz à pression constante fonctionnant sous la pression atmosphérique normale, T la température absolue correspondante, T_0 la température absolue de fusion de la glace (qui est égale à 273°,08, comme on le déduit des nombres de M. Chappuis), a la constante d'attraction moléculaire de Van der Waals, on a, l'unité de pression étant la pression atmosphérique normale et l'unité du volume le volume du gaz à 0° sous cette pression :

$$T - T_0 = t\left[1 - \frac{a}{373}\,\frac{100 - t}{273 + t}\left(1 + \frac{273}{373}\,\frac{646 + t}{273 + t}\right)\right].$$

Si la pression était égale à p centimètres de mercure, le terme correctif δt (c'est-à-dire la différence entre $T - T_0$ et t) indiqué par ce calcul devrait être multiplié par $\frac{p}{76}$.

(¹) *Sur les thermomètres à gaz et sur la réduction de leurs indications à l'échelle absolue des températures* (Extrait du Tome XIII des *Travaux et Mémoires du Bureau international des Poids et Mesures*, 1903).

» La formule analogue relative au thermomètre à volume constant est

$$T - T_0 = t\left(1 - \frac{a}{373}\,\frac{100 - t}{273 + t}\right).$$

Si la pression initiale était p, le terme correctif obtenu devrait être multiplié par $\frac{p}{76}$.

» Le terme a est donné en fonction de la pression critique p_c, de la température critique absolue T_c du gaz et de la constante R caractéristique de l'état gazeux parfait $\left(\text{égale à } \frac{1}{273,1}\right.$ avec les unités de volume et de pression adoptées ici$\left.\right)$, par l'expression

$$a = \frac{27}{64} R^2 \frac{T_c^3}{p_c}.$$

» Le Tableau suivant donne, pour les divers gaz thermométriques, les valeurs des constantes critiques et de a :

	p_c.	t_c.		a.
	atm	°		
Anhydride carbonique.	72,9	31,3	(Amagat)	2,188
Oxygène............	50,0	−118	(Wroblewski)	0,422
Air................	39,0	−140	(Olszewski)	0,342
Oxyde de carbone.....	35,9	−141	(Wroblewski)	0,363
Azote..............	33,6	−146	(Wroblewski)	0,343
Hydrogène..........	13	−240	(Wroblewski)	0,016

» Mes expériences pyrométriques ayant été faites avec le thermomètre à air, sous une pression constante voisine de la pression atmosphérique normale, il faut ajouter au nombre trouvé $\delta t = 1^\circ,36$ pour le ramener à l'échelle absolue; $0^\circ,27$ à celui de MM. Holborn et Day (thermomètre à azote à volume constant; pression initiale de 29^{cm}); $0^\circ,21$ pour ceux de MM. Perrot et Jacquerod avec les thermomètres à air, azote, oxygène et oxyde de carbone, à volume constant sous des pressions initiales voisines de 23^{cm}; $1^\circ,01$ et $1^\circ,42$ pour leurs expériences avec le thermomètre à anhydride carbonique sous des pressions initiales de 17^{cm} et 24^{cm}.

» En résumé, les observations les plus récentes pour la détermination de l'excès du point de fusion de l'or sur le point de fusion de la glace, dans l'échelle absolue, donnent :

	D. Berthelot 1898.	Holborn et Day 1900.	Jacquerod et Perrot 1904.
Fusion de l'or......	1065°6	1064°3	1067°4

» Quand je publiai ma mesure, j'estimai qu'elle était exacte à ± 2° près.

On remarquera que les deux déterminations faites depuis et qui s'écartent de la mienne en sens contraires ne dépassent pas cette différence.

» Il suffit de comparer ces nombres avec ceux qui sont cités au début de cette Note, pour voir combien, grâce au chauffage électrique et à l'abandon de la porcelaine comme corps thermométrique, les mesures pyrométriques ont gagné en précision depuis quelques années. »

SPECTROSCOPIE. — *Sur la fixité des raies solaires.* Note de M. **Maurice Hamy**, présentée par M. Lœwy.

« Une Communication récente de M. Ch. Fabry (¹) a rappelé l'attention sur la raie λ 508 du cadmium qui fournit un exemple, comme je l'ai signalé autrefois, d'une radiation changeant de constitution avec le mode d'excitation mis en œuvre pour illuminer la vapeur métallique où elle prend naissance.

» Composée de deux radiations simples d'éclats différents, dont les longueurs d'ondes sont espacées de $24^{\mu} \times 10^{-7}$, lorsqu'elle est émise par des tubes munis d'électrodes d'aluminium, pénétrant à l'intérieur de l'enveloppe, cette raie possède une composante de plus, nettement séparée des premières, quand on la produit avec des tubes à gaines, sans électrodes intérieures. On peut dire qu'elle est alors la réunion d'une raie simple et d'un doublet plus réfrangible, séparés par un intervalle de $78^{\mu} \times 10^{-7}$, dans l'échelle des longueurs d'ondes.

» L'extrême proximité des radiations qui forment la raie dont il s'agit est telle que les appareils dispersifs les plus puissants ne peuvent la résoudre en ses éléments. Aussi sa position dans le spectre dépend-elle d'une longueur d'onde moyenne, dont la valeur est fonction à la fois de l'éclat relatif des composantes et de leurs distances mutuelles. Une question se pose d'elle-même : cette longueur d'onde moyenne est-elle constante ou est-elle affectée par le changement de constitution? L'examen de ce qui se passe avec les tubes à gaines suffit pour se faire une opinion à cet égard. L'expérience montre que lorsque l'étuve dans laquelle on place les tubes à vide, pour vaporiser le métal, est à la température de 295°, la raie simple et le doublet ont exactement le même éclat. Par contre, si l'on porte l'étuve à 310°, le doublet devient à peu près deux fois plus brillant que la radiation simple. Il s'ensuit que lorsque la température de l'étuve passe de 295° à 310°, et varie par conséquent de 15 degrés seulement, la longueur d'onde moyenne de la raie λ 508 diminue d'une quantité de l'ordre de la différence des longueurs d'ondes des radiations simples composant le groupe, c'est-à-dire d'une ou plusieurs unités de la sixième décimale significative.

» En généralisant le fait expérimental qui vient d'être cité, on voit que

(¹) *Comptes rendus*, t. CXXXVIII, p. 854.

la longueur d'onde moyenne d'une raie complexe n'est définie qu'à la condition de se placer dans des conditions physiques toujours strictement identiques. L'exemple de la raie λ 508 du cadmium confirme les idées émises antérieurement, sous ce rapport, par MM. Perot et Fabry et par moi-même. Au surplus, si l'on observe que la plupart des raies métalliques sont la résultante d'un certain nombre de radiations simples, on est porté à admettre que les variations dont il est question sont la règle et non l'exception. C'est un point qui intéresse les recherches concernant la position des raies solaires, car il est hors de doute que, durant une période d'activité, les conditions physiques, dans lesquelles se trouvent les vapeurs qui enveloppent la photosphère, se modifient notablement. Comme ces vapeurs émettent les raies que nous observons, on peut se demander, après ce qui vient d'être dit, si toutes ces raies occupent une position absolument fixe dans l'échelle des longueurs d'ondes. La réponse à une pareille question est évidemment du domaine exclusif de l'expérience et l'intérêt du sujet est de nature à susciter les recherches des physiciens qui s'occupent du spectre solaire. »

ÉLECTRICITÉ. — *Constatation d'une radioactivité induite sur tous les corps par l'émanation des fils métalliques incandescents*. Note de M. **Th. Tommasina**, présentée par M. Becquerel.

« De nouvelles recherches que je viens d'exécuter sur la déperdition électrique unipolaire, produite par un fil métallique chauffé au rouge par le courant et placé, soit parallèlement au disque unique et vertical d'un électroscope, soit entre les deux plateaux d'un condensateur, l'un relié au sol, l'autre à l'électroscope, soit même, selon le cas, d'une façon quelconque hors des plateaux et à la distance de plusieurs décimètres, m'ont permis d'établir les résultats que voici :

» 1. L'action de décharge qu'on avait cru unilatérale ne l'est jamais d'une manière absolue; au contraire, même aux plus basses températures actives, tous les métaux agissent sur les deux électrisations, mais la différence entre les deux actions est généralement très grande.

» 2. Cette différence d'action, qui dépend du signe de la charge, augmente avec la durée du passage du courant pour les métaux qui produisent une déperdition plus rapide de l'électrisation négative, comme c'est le cas du fer et du cuivre, tandis que cette différence diminue pour les métaux, tels que l'argent et le zinc, dont l'activité maxima est de signe contraire.

» 3. Un fil de fer zingué produit, pendant quelque temps, une déperdition plus rapide de la charge positive, puis la différence avec la déperdition négative diminue, s'annule, augmente dans l'autre sens et devient identique à celle du fer pur, ce qui est dû, évidemment, à la disparition de tout le zinc. Le laiton et le maillechort n'agissent point de cette façon, leur action semble être toujours du même signe que celle du zinc.

» 4. Si l'on fait croître l'intensité du courant, la différence, caractéristique pour chaque métal, entre les deux déperditions tend à disparaître. En effet, lorsqu'on arrive à l'incandescence très vive ou à la fusion partielle du fil, les deux déperditions sont sensiblement égales, pendant que la radioactivité acquiert une valeur maxima. Si l'on coupe le fil avant l'action, la décharge disruptive qui a lieu ensuite dans la coupure produit une déperdition égale quel que soit le signe de la charge de l'électroscope et quel que soit le métal du fil. Ceci montre que ces résultats ne sont point attribuables aux rayons ultraviolets, lesquels, d'ailleurs, comme l'on sait, ne provoquent directement que la décharge des métaux polis et électrisés négativement.

» 5. *La radioactivité d'un fil métallique quelconque chauffé au rouge par le courant diminue immédiatement, selon une courbe asymptotique, mais il suffit de frotter légèrement le fil entre deux doigts, ou de le laisser en repos pendant quelque temps pour qu'il manifeste de nouveau sa radioactivité maxima.* Ainsi, par exemple, avec un fil d'argent, l'on a

	Déperdition positive.	Déperdition négative.
Pendant les premières 10 secondes......	360 divisions	38 divisions
» les 10 secondes suivantes......	33 »	10 »
» » »	5 »	3 »
» » »	2 »	1,5 »

» Le platine, dont la déperdition maxima est la négative, manifeste aussi une même chute de radioactivité, mais seulement de la déperdition positive, tandis que la négative semble rester sensiblement constante.

» 6. *Lorsque la radioactivité du fil est devenue très faible, si l'on interrompt le courant on constate que le fil reste longtemps radioactif; si on le frotte il perd presque complètement cette propriété, qui disparaît d'ailleurs d'elle-même, après un temps qui varie selon la nature du fil et selon la durée et l'intensité du courant utilisé précédemment.*

» En entourant le fil d'un manchon en verre ou en aluminium, ce dernier isolé ou relié au sol, le manchon acquiert un pouvoir radioactif propre, pouvoir qui est acquis aussi par des écrans de substances quelconques.

» Ces phénomènes ne pouvant être attribuables qu'à une radioactivité induite par l'émanation des fils incandescents, j'ai étudié la nature de cette dernière pour reconnaître l'existence des trois émissions typiques α, β et γ de cette *pyroradioactivité*.

» Le fil de platine a été spécialement utilisé pour cette série de recherches qui ont donné les résultats affirmatifs suivants :

» L'émission α est arrêtée même par les écrans plus minces de nature

quelconque, mais dans l'air libre elle semble se diffuser avec une tendance très marquée à suivre les lignes de force électrique et transporte toujours une charge positive.

» L'émission β traverse des écrans très minces en papier ou en aluminium, lesquels en absorbent une grande partie et prennent une électrisation négative.

» Les *pyrorayons* γ ionisent fortement l'air, produisent la même décharge de l'électroscope quel que soit le signe de sa charge, et peuvent traverser un récipient en carton hermétiquement fermé, mais avec un fort amortissement. Ils produisent la fluorescence induite des écrans au platino-cyanure de baryum, laquelle cependant est très faible. Ces rayons sont émis en plus grande quantité par le fil de platine incandescent et par les décharges disruptives entre fils métalliques quelconques. »

PHYSIQUE. — *Action des anesthésiques sur les sources de rayons* N. Note de M. **Jean Becquerel**.

« M. Édouard Meyer a montré récemment (¹) que les végétaux soumis à l'action du chloroforme perdent en grande partie la propriété d'émettre des rayons N, propriété qui semble fonction de l'activité nutritive des végétaux ou de leur évolution.

» J'ai été conduit à penser que cet effet des anesthésiques était peut-être plus général et pouvait se manifester non seulement sur les corps organisés, mais même sur les corps inorganiques.

» Les expériences suivantes montrent qu'effectivement diverses sources de rayons N (sulfure de calcium, sable insolé) ont leur émission suspendue par l'action des anesthésiques (chloroforme, éther, protoxyde d'azote).

» On place un écran de sulfure de calcium dans un flacon à deux tubulures, au travers duquel on peut faire circuler un courant d'air venant d'une soufflerie, soit directement, soit après s'être chargé de vapeurs de chloroforme; un robinet à trois voies permet d'obtenir facilement ce résultat. Ce courant d'air traverse un long serpentin plongé dans l'eau, de façon à arriver dans le flacon à une température toujours constante. Dans ces conditions, on constate, au moment où l'on fait arriver les vapeurs de chloroforme, une diminution très notable de luminosité du sulfure de calcium et la netteté des contours des taches phosphorescentes disparaît. La luminosité revient aussitôt qu'on enlève les vapeurs de chloroforme.

(¹) *Comptes rendus*, t. CXXXVIII, 11 janvier 1904, p. 101.

» Pour étudier ce phénomène avec plus de précision, on peut employer un dispositif plus avantageux, qui permet de remplacer le sulfure de calcium par d'autres sources de rayons N. Au lieu d'examiner l'aspect du sulfure de calcium, source de rayons N, placé à l'intérieur du flacon, on conduit les radiations en dehors de ce flacon; afin d'augmenter l'effet par une concentration des rayons N, on les conduit, non par un simple fil, mais par un tronc de cône en cuivre dont la large base (28^{mm} de diamètre), couverte de sulfure de calcium ou de tout autre corps émettant des rayons N, est placée à l'intérieur du flacon et dont la petite base ($5^{mm},5$ de diamètre) vient sortir au travers du bouchon [1].

» Les radiations conduites se concentrent ainsi sur la petite base du tronc de cône, où l'on constate une émission intense. Comme dans la première expérience, on fait passer dans un serpentin le courant d'air chargé de vapeur de chloroforme : il importe, en effet, bien que l'écran détecteur des rayons N soit en dehors du flacon, de maintenir cependant constante la température du corps source de rayons N. J'ai en effet constaté que, sous l'influence des variations de température, l'émission de rayons N subit des variations semblables à celles de la lumière émise par phosphorescence, c'est-à-dire qu'un refroidissement du courant d'air traversant le flacon diminuerait le dégagement de rayons N, de même qu'une augmentation de température l'augmenterait pendant quelques instants avant de le faire disparaître.

» Les sources de rayons N employées ont été soit du sulfure de calcium, soit du sable de quartz, stérilisé par calcination, ces corps ayant été préalablement insolés.

» Au moyen de ce dispositif on constate les faits suivants :

» 1° Le chloroforme n'émet pas par lui-même de rayons N ou de rayons N_1, ou du moins l'émission serait trop faible pour que j'aie pu la constater; en tout cas, si elle existe, elle n'est pas en rapport avec le phénomène intense observé quand les sources de rayons N sont soumises à l'action du chloroforme;

» 2° Au moment où les vapeurs de chloroforme pénètrent dans le flacon, on observe une période très courte (une ou deux secondes) d'excitation pendant laquelle le dégagement de rayons N est un peu plus intense [2];

» 3° L'excitation est suivie d'une diminution progressive des rayons N jusqu'à disparition presque totale. En déplaçant l'écran sensible au voisinage du sommet du cône, j'ai constaté que l'émission des rayons N n'est pas complètement nulle; il se pourrait d'ailleurs qu'une partie sinon la

---

(1) Ce tronc de cône joue ici le même rôle que le tronc de cône poli employé pour concentrer les radiations sur les piles thermo-électriques.

(2) Ce phénomène d'excitation a été observé en commun avec M. le Dr André Broca, qui a eu l'amabilité de contrôler la plupart des expériences faisant l'objet de la présente Note.

totalité du rayonnement persistant soit due à un emmagasinement de rayons N à la lumière par l'appareil lui-même.

» 4° A mesure qu'un courant d'air chasse les vapeurs de chloroforme, la luminosité et la netteté de l'écran détecteur reparaissent progressivement, montrant que le dégagement de rayons N a été simplement suspendu par la présence de l'anesthésique et le rayonnement reprend sensiblement la même intensité qu'au début de l'expérience.

» 5° Si l'on remplace le chloroforme par de l'éther ou par du protoxyde d'azote, on obtient sur les sources de rayon N des effets semblables, quoiqu'un peu moins intenses. L'éther impur à 65° ne donne qu'un léger affaiblissement.

» Le rapprochement entre les effets observés avec la matière inerte et la matière vivante montre l'importance qu'il y aurait à rechercher si le rôle des anesthésiques dans les organismes vivants, végétaux et animaux, se borne uniquement à modifier l'émission des rayons N; et si cela était démontré, il résulterait des effets d'anesthésie que le rayonnement N constitue l'un des phénomènes primordiaux de l'activité vitale. »

PHYSIQUE BIOLOGIQUE. — *Quelques points de technique pour l'examen des organes au moyen des rayons* N. *Premiers résultats relatifs à l'étude du cerveau.* Note de M. **André Broca**, présentée par M. d'Arsonval.

« Ayant depuis plusieurs mois pris l'habitude de l'observation des rayons N, je veux indiquer tout d'abord quelques points importants de technique qui peuvent en faciliter considérablement l'usage pour ceux qui n'en ont pas l'habitude.

» Je me placerai dans le cas le plus utile au point de vue de l'exploration médicale, celui où l'on cherche à localiser nettement la position d'un centre d'émission de rayons N.

» Dans ce cas, le mieux est d'employer le procédé de Charpentier; un écran phosphorescent placé au bout d'un petit tube de plomb de 5^{mm} à 6^{mm} de diamètre intérieur, dont on promène le bout creux sur le point à étudier. Il y a le plus grand avantage à employer, à cet effet, des couches de sulfure phosphorescent infiniment minces, qui, pour cette raison, présentent les phénomènes de variation d'éclat avec un retard très faible; on peut aisément construire de ces écrans qui ont un retard pratiquement inappréciable de la façon suivante :

» On ajuste, au bout d'un petit tube de plomb de 5^{cm} à 6^{cm} de long, un petit bouchon de bois dur. Sur celui-ci on trace avec une petite lime d'horloger une petite

croix très peu profonde, ou une figure en forme de dièze. On trempe cette extrémité dans du collodion très étendu. Celui-ci étant sec, on verse sur l'extrémité un peu de sulfure de calcium en poudre, et l'on enlève avec le doigt tout ce qui est en dehors des rainures. On verse ensuite une goutte de collodion très étendu pour maintenir le sulfure. Celui-ci se trouve ainsi compris entre deux couches de collodion qui le protègent pendant plusieurs semaines contre l'oxydation par l'air.

» Un écran ainsi constitué est d'une observation relativement aisée, pour deux causes, qui ont été indiquées par M. Blondlot. La première est son faible retard, qui rend bien plus précise la mémoire de son état antérieur. La seconde est que les traits de sulfure semblent comme enveloppés de nébulosité quand ils ne sont pas soumis aux rayons N; au contraire, quand les rayons N les frappent, ils deviennent non seulement beaucoup plus lumineux, mais beaucoup plus fins et beaucoup plus *coupés*, comme disent les photographes, pour l'observateur qui les regarde normalement.

» Ces écrans ne donnent pas toujours des résultats également bons; il faut leur donner la phosphorescence convenable. Le mieux est la lumière diffuse du jour; quand on les expose au soleil direct, leur phosphorescence est moins bonne; il en est de même quand on les excite au moyen de lumières artificielles ordinaires, lampes à pétrole ou lampes à incandescence. La meilleure lumière artificielle que j'ai trouvée est celle du bec Auer sans verre, mais les phénomènes sont beaucoup moins nets dans ce cas que quand on excite les écrans avec la lumière diffuse du jour.

» Dans ces conditions, on peut aisément se livrer, avec un peu d'habitude, à l'étude des centres nerveux, qui sont la source la plus puissante de rayons N et aussi la source qui semble actuellement la plus intéressante à étudier.

» Je veux aujourd'hui indiquer les grands traits de l'étude du cerveau normal.

» Le premier point qui frappe quand on promène un de ces tubes sur la boîte cranienne est qu'il prend des éclats constamment variables. Il n'est pas difficile de se rendre compte que les points sombres se répartissent suivant des lignes et que ces lignes dessinent la projection sur le crâne des scissures cérébrales. On peut ainsi localiser la scissure interhémisphérique, la scissure de Sylvius et le sillon de Rolando chez l'homme. Chez le chien, on localise aisément la scissure interhémisphérique et la scissure cruciale.

» Cela se comprend, car, aux scissures, les circonvolutions actives sont plus loin de la boîte cranienne que dans le reste de la surface cérébrale.

» Ces expériences, faciles à répéter, peuvent aisément servir d'exercice à ceux qui désirent se faire l'œil aux rayons N. Il faut à ce point de vue mettre les commençants en garde contre une tendance qu'ils ont souvent, celle de chercher à se donner le change, sous prétexte d'éviter la suggestion. Pour ma part je me trompe régulièrement quand je ne manœuvre pas moi-même le tube. Cela tient à deux causes : la première est que, quand on ne sait pas quand vont se produire les déplacements auxquels sont dues les

différences d'éclat, on tend l'attention d'une manière continue, et cela seul amène des fluctuations de sensibilité qui produisent des variations d'éclat plus grandes que ce que l'on cherche à voir. Ces sensations intermittentes sont bien connues de tous ceux qui ont fait des recherches sur les minima perceptibles. La seconde cause d'erreur est que, au moment où se produisent les légères variations d'éclat, on n'ose pas les annoncer. Quand au contraire on manœuvre soi-même le tube, on s'assure par la répétition des mouvements de l'existence des variations d'éclat et l'on arrive à la conviction, même dans les débuts, par la précision des localisations trouvées.

» Arago disait que, « pour voir les étoiles vraiment difficiles, il ne faut pas les regarder ». Cela tient à deux causes : la sensibilité plus grande du pourtour de la fovea, et les fluctuations de la sensibilité dans l'effort d'attention. Pour observer les rayons N il faut suivre à la lettre la prescription d'Arago.

» En suivant ces conseils, la plupart des yeux arriveront à s'exercer à ces observations, qui peuvent donner aux médecins quelques points de repère sérieux. »

PHYSIQUE BIOLOGIQUE. — *Sur le mode de propagation des oscillations nerveuses.* Note de M. **Augustin Charpentier**, présentée par M. d'Arsonval.

« La recherche des interférences nerveuses à l'aide des rayons N m'a fourni un nouveau résultat intéressant qui nous permet de faire un pas de plus dans la connaissance de ce phénomène.

» Dans l'expérience décrite précédemment (Note du 2 mai 1904), une excitation produite en un point du nerf était recueillie en deux points plus éloignés, mais situés du même côté, généralement plus bas que l'excitation. Il n'y a pas évidemment à se préoccuper dans ce cas d'une différence de phase à l'origine. On peut au contraire se demander ce qui se produit lorsqu'on interroge par le même procédé deux points situés l'un plus haut et l'autre plus bas que l'excitation, c'est-à-dire suivant des sens de transmission différents.

» L'excitation étant appliquée en un point C du sciatique de la grenouille, on met en contact les extrémités libres des deux fils utilisés précédemment, l'une avec un point supérieur A, l'autre avec un point inférieur B du même nerf, les distances CA et CB pouvant être variées. On constate alors qu'il y a interférence, c'est-à-dire non augmentation de clarté sur l'écran phosphorescent auquel aboutissent les fils, quand

ces deux distances CA et CB sont égales, en d'autres termes quand les points explorés A et B sont également éloignés du lieu d'excitation. Le résultat est indépendant de la valeur absolue de cette distance commune (dans les limites de l'expérience). On peut donc traduire le fait en disant *que, lorsque l'excitation transmet une phase positive dans une direction, elle transmet une phase négative dans la direction opposée,* et inversement, de sorte que deux points du nerf symétrique par rapport à l'excitation sont toujours à des phases contraires et donnent lieu à un effet résultant nul.

» On prévoit qu'il en sera de même lorsque CA différera de CB d'une longueur d'onde entière (ou d'un nombre entier de longueurs d'onde, ce que je n'ai pu vérifier à cause de la brièveté du nerf) : en effet, l'interférence se produit lorsque la différence CB — CA ou CA — CB est voisine de 35^{mm} à 36^{mm}.

» On rencontre comme dans la méthode précédente des interférences moins complètes pour des sous-multiples de cette valeur, ce qui montre encore une fois l'existence d'harmoniques dans l'oscillation nerveuse (1); on peut ainsi observer les deux ou trois premiers de la série.

» Les faits précédents peuvent s'interpréter en admettant que dans les très minces filets nerveux qui constituent les cylindres-axes d'un nerf, l'oscillation se produit et se propage *longitudinalement,* d'une manière analogue (toute réserve faite sur la nature du phénomène) à ce qui se passe dans une corde métallique que l'on soumet à une friction longitudinale ailleurs qu'à ses extrémités. La production d'une onde condensante transmise dans une direction donnée à partir du point mis en vibration ne se comprend alors que s'il se transmet dans l'autre sens une onde dilatante, et réciproquement.

» C'est du reste ce que prouve l'expérience, car on peut reproduire sur des cordes, à l'aide de la même méthode des deux fils reliés à l'écran à rayons N, les interférences ayant pour origine deux points symétriques par rapport au lieu d'excitation, lorsque cette corde est mise en vibration longitudinale par une friction extérieure peu étendue.

» Nous avons donc retrouvé par cette nouvelle méthode les mêmes oscillations nerveuses que précédemment et montré de plus que ces oscillations sont longitudinales. »

---

(1) On a aussi souvent un silence relatif pour une valeur voisine de 24^{mm}, ce qui serait un harmonique non de la vibration indiquée comme fondamentale, mais d'une vibration deux fois plus lente. J'ai déjà signalé ce phénomène dans de précédentes expériences sur l'excitation unipolaire (29 avril 1901).

CHIMIE PHYSIQUE. — *Osmose électrique dans l'alcool méthylique.* Note de M. A. **Baudouin**, présentée par M. A. Haller.

« J'ai montré, dans une Note précédente (*Comptes rendus*, 11 avril 1904), que, de même que dans l'eau, on peut étudier au moyen de l'osmose électrique le signe et la grandeur de la charge que prend une paroi par contact avec de l'alcool méthylique, et j'ai montré l'influence de certains ions monovalents [H^+, CH^3O^-] sur cette charge.

» J'ai étudié par la même méthode l'action des ions polyvalents suivants :

» Positifs divalents : Mg, Ca, Ni des nitrates et des chlorures; négatif divalent SO^4 de l'acide;

» Trivalent positif Al du nitrate;

» Tétravalent négatif $FeCy^6$ des ferrocyanures.

» Comme parois négatives : SiO^2, S, PbI^2, As^2S^3 qui se chargent négativement au contact de l'alcool méthylique.

» Comme parois positives : $CrCl^3$, Al^2O^3, MnO^2.

» L'action de l'ion polyvalent est particulièrement intéressante en ce sens qu'elle est différente suivant que la paroi prend une charge positive ou négative au contact de l'alcool.

» Ainsi, pour une paroi de $CrCl^3$ qui se charge positivement au contact de l'alcool méthylique, il n'y a pas de modification sensible si l'on remplace l'alcool par une solution de nitrate d'alumine (ion polyvalent positif, solution à concentration correspondant à 1^{mol} de Al pour 750^l).

» Au contraire, pour une paroi de soufre qui se charge négativement, il n'y a plus d'osmose appréciable avec une solution de nitrate d'alumine à la même concentration et il ne s'agit pas là d'une modification de la paroi (par une précipitation d'alumine colloïdal), puisqu'un simple lavage redonne pour l'alcool le nombre précédemment trouvé.

» De même, une paroi de sulfure d'arsenic négative dans l'alcool devient très faiblement positive dans une solution alcoolique de nitrate d'alumine.

» Pour une paroi de silice (paroi négative) l'osmose devient excessivement faible dans une solution alcoolique de $CaCl^2$, $NiCl^2$; elle est excessivement faible et négative pour une solution de nitrate d'alumine renfermant 1^{mol} pour 1500^l; elle est également excessivement faible, mais positive pour une solution contenant 1^{mol} pour 750^l.

» Un ion polyvalent négatif ne modifie pas sensiblement l'osmose électrique pour une paroi négative : pour une paroi de PbI^2 (négative) l'osmose n'est pas modifiée quand on ajoute de l'alcool saturé de ferrocyanure de potassium (l'osmose change de signe pour un ion polyvalent positif); il en est de même pour une paroi de silice ou de soufre. Sur une paroi positive $CrCl^3$, en prenant une solution renfermant 1^{cm^3} d'une

solution saturée de ferrocyanure de potassium dans 75^{cm^3}, on double le temps nécessaire pour le passage de $0^{cm^3},1$ sous une différence de potentiel de 280 volts, pour 3^{cm^3} de ferrocyanure la paroi devient faiblement négative, un lavage à l'alcool redonne une paroi positive.

» *En résumé*, comme dans l'eau, l'action des ions polyvalents est la suivante :

» Un ion polyvalent positif : I. A peu ou pas d'action sur la charge d'une paroi chargée positivement; II. Diminue et dans certains cas renverse la charge d'une paroi chargée négativement.

» Un ion polyvalent négatif : I. A peu ou pas d'influence sur la charge d'une paroi chargée négativement; II. Diminue et dans certains cas renverse la charge d'une paroi chargée positivement. »

CHIMIE MINÉRALE. — *Sur la préparation de la samarine et le poids atomique du samarium.* Note de MM. **G. Urbain** et **H. Lacombe**, présentée par M. H. Moissan.

« Demarçay a préparé et décrit la samarine pure (*Comptes rendus*, t. CXXX, 1900, p. 1185). Il a pu établir qu'il n'existait pas, du moins en proportion sensible, d'élément intermédiaire entre le néodyme et le samarium. Il a montré, en outre, que le samarium pur ne présentait pas de variations spectrales tant à l'étincelle qu'à l'absorption.

» Sa méthode exige cependant 8 à 10 fractions entre le samarium et l'europium, et il lui était impossible d'affirmer qu'il n'existait aucune terre inconnue entre ces deux éléments, les caractères mêmes de l'europium étant de nature à le faire considérer comme complexe.

» La méthode dont nous avons indiqué le principe dans des Communications précédentes (*Comptes rendus*, t. CXXXVII, 1903, p. 792; t. CXXXVIII, 1904, p. 84) nous a permis de résoudre la question d'une manière complète, car nous pouvons actuellement séparer, à quelques centièmes près, d'un mélange de terres rares, l'oxyde de samarium pur.

» Nous avons obtenu, dans différents traitements semblables, environ 150^g d'oxyde de samarium rigoureusement pur. Nous avons vérifié que les différentes fractions obtenues présentaient absolument les mêmes caractères spectraux. Il nous a paru, en outre, nécessaire de rechercher si le poids atomique du samarium demeurait constant d'un bout à l'autre de ces fractionnements.

	Samarium extrait de la gadolinite.			Samarium extrait de terres riches en yttria (sables monazités).			Samarium extrait de notre matière première d'europium.		
	Têtes.	Cœur.	Queues.	Têtes.	Cœur.	Queues.	Têtes.	Cœur.	Queues.
	g	g	g	g	g	g	g	g	g
Sulfate hydraté	1,0499	1,2898	1,3650	1,7992	1,8636	0,8407	2,5107	3,1171	2,9425
Sulfate anhydre	0,8435	1,0362	1,0969	1,4453	1,4977	0,6749	2,0172	2,5045	2,3635
Oxyde	0,4996	0,6137	0,6497	0,8557	0,8873	0,4001	1,1948	1,4840	1,4004
H^2O pour 100	19,659	19,661	19,641	19,669	19,634	19,721	19,655	19,652	19,677
SO^3 pour 100	32,755	32,757	32,761	32,770	32,753	32,687	32,755	32,738	32,730
Sa^2O^3 pour 100	47,585	47,581	47,597	47,560	47,612	47,591	47,588	47,608	47,592
Poids atomique déduit de la transformation de :									
$(SO^4)^3Sa^2+8H^2O$ en $(SO^4)^3Sa^2$	150,24	150,19	150,58	150,04	150,71	149,08	150,30	150,36	149,91
$(SO^4)^3Sa^2$ en Sa^2O^3	150,33	150,30	150,34	150,16	150,44	150,72	150,34	150,50	150,49
$(SO^4)^3Sa^2+8H^2O$ en Sa^2O^3	150,31	150,28	150,39	150,13	150,50	150,35	150,33	150,47	150,36

» Ces déterminations sont les premières qui aient été effectuées sur du samarium rigoureusement exempt d'europium et de gadolinium.

» Nos nombres, très voisins de ceux de Clève, sont de deux unités plus élevés que ceux que Demarçay avait obtenus par la synthèse du sulfate, méthode à laquelle il reconnaissait des inconvénients graves.

» Dans cette méthode, la plupart des causes d'erreur tendent, en effet, à diminuer le poids atomique.

» D'autre part, la différence entre les poids atomiques du samarium et de l'europium est si faible qu'elle ne saurait expliquer l'écart entre les nombres de Clève (150) et de Demarçay (148), car, dans ce cas, la samarine de Clève aurait renfermé plus des deux tiers de son poids d'oxyde d'europium, ce qui est impossible, vu l'extrême rareté de cet élément. Bien plus, si nos nombres sont légèrement inférieurs à ceux de Clève, cela tient encore à l'insuffisance de la méthode de synthèse des sulfates employée également par le chimiste suédois.

» La méthode que nous préconisons prête peu à l'erreur; nous l'avons décrite en principe dans notre précédente communication sur l'europium. En particulier, nous n'avons pas à redouter la présence d'acide sulfurique libre dans nos sulfates que nous avons précipités et lavés par l'alcool avant de les faire cristalliser dans l'eau et dont la dissolution aqueuse est neutre au tournesol.

» D'autre part, les dosages consécutifs d'eau, puis d'acide sulfurique se contrôlent mutuellement; et, si les cristaux ne renferment que les octohydrates, on peut obtenir entre les poids atomiques calculés, soit par le dosage de l'eau, soit par le dosage de l'anhydride sulfurique, une concordance remarquable, ainsi que le montrent bien les mesures suivantes :

	Premières mesures.	Deuxièmes mesures.	Troisièmes mesures.	Moy.
Sulfate hydraté	2,5107	3,2200	2,8382	»
Sulfate anhydre	2,0172	2,5872	2,2804	»
Oxyde	1,1948	1,5324	1,3508	»
H^2O pour 100	19,655	19,652	19,653	»
SO^3 pour 100	32,755	32,757	32,753	»

	Premières mesures.	Deuxièmes mesures.	Troisièmes mesures.	Moy.
Sa^2O^3 pour 100	47,588	47,590	47,593	»
Poids atomiques déduits de la transformation de $(SO^4)^3Sa^2+8H^2O$ en $(SO^4)^3Sa^2$.	150,30	150,37	150,35	150,340
$(SO^4)^3Sa^2$ en Sa^2O^3	150,34	150,33	150,37	150,346
$(SO^4)^3Sa^2+8H^2O$ en Sa^2O^3	150,33	150,34	150,37	150,346

» Nous concluons de ces mesures qu'en admettant $O = 16$ le poids atomique du samarium ne peut différer sensiblement du nombre 150,34. »

CHIMIE MINÉRALE. — *Formation de l'hydrogène silicié par synthèse directe à partir des éléments*. Note de M. **Ém. Vigouroux.**

« A propos de la Communication de M. A. Dufour, présentée le 25 avril 1904 par M. Violle : « Formation de l'hydrogène silicié SiH^4 par synthèse » directe à partir des éléments », je rappellerai que, dès 1901, j'ai signalé ce fait de combustion du silicium dans l'hydrogène, dans une Note insérée dans les *Procès-verbaux des séances de la Société des Sciences physiques et naturelles de Bordeaux,* 18 juillet 1901, Note dans laquelle était résumée mon étude de l'action du silicium sur quelques métaux très fortement chauffés dans un courant d'hydrogène. On peut y lire ce qui suit :

» ... Au cours d'expériences effectuées aux plus hautes températures des fours à réverbère, il s'est dégagé du siliciure d'hydrogène, fait que j'ai constaté depuis longtemps dans beaucoup de circonstances, en particulier, toutes les fois que l'hydrogène libre s'est trouvé en présence du silicium ».

» Je me suis aperçu de cette formation d'hydrogène silicié un jour où une légère fuite s'étant déclarée à la sortie de mon tube de porcelaine chauffé dans un four à réverbère alimenté par du coke de cornue, j'ai été amené à forcer le courant d'hydrogène de façon à maintenir la nacelle, renfermant le silicium et le métal, dans une atmosphère d'hydrogène toujours pur. A ce moment, le gaz qui s'échappait de la fuite est devenu spontanément inflammable; il prenait feu par intermittences; sa combustion spontanée était accompagnée d'un bruit sec et de l'apparition de fumées blanches de silice. Ce phénomène a été reproduit souvent, dans mon laboratoire, aussi bien avec du silicium amorphe qu'avec du silicium cristallisé. »

CHIMIE. — *Volatilisation apparente du silicium dans l'hydrogène.* Note de M. A. **Dufour**, présentée par M. J. Violle.

« I. Dans une Note précédente ([1]), j'ai montré que l'hydrogène silicié pouvait exister à une température élevée. Ce résultat va permettre d'expliquer le phénomène de la volatilisation apparente du silicium dans les tubes de Geissler remplis d'hydrogène silicié, quand on les illumine à l'aide d'une bobine d'induction.

» *Tubes à hydrogène silicié.* — Par l'action de l'acide chlorhydrique sur le siliciure de magnésium, on a préparé un mélange d'hydrogène, d'hydrogène silicié SiH^4 et d'une trace de l'autre hydrure Si^2H^6 ([2]). Les tubes ont été remplis sous une pression de 1^{mm} à 2^{mm} de mercure avec ce gaz préalablement desséché au contact d'anhydride phosphorique. Les précautions ordinaires en pareil cas ont été prises pour assurer la propreté du remplissage. Pendant ce remplissage, on a eu soin de chauffer au rouge sombre, à l'aide d'un bec Bunsen, la partie capillaire d'un de ces tubes; il s'est déposé une couche de silicium sur la paroi interne du verre.

» Le tube étant séparé de la trompe, on l'illumine à l'aide d'une bobine d'induction; le passage de la décharge provoque immédiatement un dépôt brun sur les parois et les électrodes ([3]). En faisant fonctionner ce tube pendant un temps suffisant (1 demi-heure à 1 heure), le dépôt formé par la première décharge sur les parois et les électrodes, ainsi que le dépôt de silicium obtenu par la chauffe extérieure pendant le remplissage, ont disparu des endroits où ils se trouvaient et sont venus se réunir en entier sur la portion de paroi baignée par l'espace obscur de Faraday. Si, dans ce même tube, on change le sens de la décharge, l'espace obscur de Faraday change de place; le dépôt quitte peu à peu la place qu'il occupait et vient se localiser de nouveau en face de l'espace obscur actuel, sans que rien se soit déposé à aucun moment dans les autres parties du tube.

» On peut constater, en brisant le tube, que le dépôt présente les caractères du silicium : les acides dissous, l'eau régale ne l'attaquent point; une goutte d'acide fluorhydrique du commerce ne l'altère pas aux endroits qu'elle recouvre, mais le dépôt disparaît tout autour de la goutte; la potasse le dissout immédiatement avec dégagement de bulles gazeuses.

» Comment expliquer ce déplacement du silicium?

» Sous l'influence de la température élevée produite dans le gaz par la

([1]) A. Dufour, *Comptes rendus*, 25 avril 1904, p. 1040.

([2]) Moissan et Smiles, *Ann. de Chim. et de Phys.*, 7e série, t. XXVII, 1902, p. 5.

([3]) Ce dépôt, très adhérent, est formé de silicium et peut-être d'hydrures de silicium solides.

décharge, il se forme, aux dépens du silicium déposé sur les parois, de l'hydrogène silicié qui vient se décomposer dans l'espace obscur de Faraday, peut-être parce que les corpuscules lancés par la cathode brisent les molécules d'hydrure qu'ils rencontrent.

» II. Une autre interprétation, qui se présente immédiatement à l'esprit, consisterait à dire que le déplacement du silicium est dû à une distillation pure et simple de cet élément des endroits chauds du tube vers l'endroit le plus froid, c'est-à-dire vers l'espace obscur de Faraday.

» L'expérience suivante va permettre d'écarter cette interprétation :

» On prend un tube de Geissler à hydrogène silicié, ayant déjà fonctionné un certain temps, de manière que le dépôt du métalloïde soit localisé à la place qu'occupait l'espace obscur de Faraday.

» On refroidit la partie moyenne de ce tube avec un mélange de neige carbonique et d'alcool donnant une température de — 70° à — 80°. On règle le sens du courant de manière que l'espace obscur de Faraday se trouve de l'autre côté du dépôt par rapport à la partie refroidie. Après 30 minutes à 1 heure de fonctionnement, en ayant soin de maintenir la partie moyenne du tube constamment refroidie, tout le silicium est venu se localiser à l'espace obscur actuel; rien ne s'est déposé sur la paroi refroidie.

» *Tubes à hydrogène arsénié.* — Ces tubes présentent, au contraire, le phénomène de la distillation du métalloïde des endroits chauds vers l'endroit le plus froid. L'arsenic déposé sur les parois par la première décharge disparaît peu à peu, quand on fait fonctionner le tube, et vient, comme le silicium, se localiser à l'espace obscur de Faraday. Ce déplacement est dû à une distillation : en effet, si l'on répète avec ces tubes l'expérience précédente, on constate que la presque totalité de l'arsenic vient se fixer sur l'endroit de la paroi refroidie par la neige carbonique.

» *En résumé,* dans les tubes de Geissler à hydrogène arsénié, l'arsenic déposé par la décharge se déplace par distillation pure et simple des endroits chauds vers l'endroit le plus froid, quand on fait fonctionner ces tubes avec la bobine d'induction.

» Dans les tubes à hydrogène silicié, le déplacement du silicium dans les mêmes conditions s'explique par la formation d'hydrogène silicié dans les parties chaudes du tube et sa décomposition à l'espace obscur de Faraday. La volatilisation du silicium y est donc seulement apparente. »

CHIMIE. — *Sur une propriété des alliages étain-aluminium.* Note de M. **Hector Pécheux**, présentée par M. J. Violle.

« En plongeant dans l'eau distillée froide (à 13°) une baguette d'alliage d'étain-aluminium dont on vient de limer la surface pour lui donner plus

de poli, cette baguette ayant été coulée, auparavant, dans une lingotière en sable gras d'étuve, on obtient un abondant dégagement de gaz autour de la partie limée de la baguette. Le dégagement dure d'autant plus longtemps que l'usure à la lime a été plus longue; il s'arrête au bout de 2 à 3 minutes.

» Ce phénomène est obtenu avec l'un ou l'autre des quatre alliages non cristallisables : Sn^5Al, Sn^3Al, Sn^2Al, $SnAl^3$.

» L'analyse des gaz recueillis montre qu'ils sont formés d'oxygène et d'hydrogène dans la proportion du mélange détonant.

» Une baguette de l'un des métaux composants ne donne lieu à aucun phénomène de ce genre après qu'on l'a ou chauffée ou limée.

» Une baguette d'alliage non limée et chauffée à une température voisine de celle que produit le limage est sans action.

» Considérant que la surface des baguettes, par suite du refroidissement brusque dans les moules légèrement humides, a dû être soumise à la trempe, qui a pu produire une véritable combinaison de l'étain et de l'aluminium, je conclus que :

» Les alliages étain-aluminium ne doivent être formés, sauf à la surface trempée, que par la juxtaposition des molécules des deux métaux; l'immersion d'une baguette limée, dans l'eau froide, doit mettre, au contact de cette eau, comme une série de petits éléments thermo-électriques étain-aluminium, qui la décomposent immédiatement; car les molécules d'étain et celles d'aluminium, en raison de leur différence très sensible de chaleurs spécifiques (aluminium : $0^{cal},218$; étain : $0^{cal},0562$), ne sont pas à la même température (ces molécules étant chauffées par le frottement de la lime); d'où naissance d'une force électromotrice qui s'annule quand les températures des deux sortes de molécules s'égalisent par le contact prolongé avec l'eau froide.

» L'eau distillée, à l'ébullition, est décomposée par une baguette d'étain-aluminium non usée à la lime, comme si le recuit qui se produit détruisait la combinaison des métaux à la surface.

» Si l'on plonge une baguette limée dans la solution légèrement acidulée de sulfate de cuivre, il se dégage des bulles d'oxygène, et le cuivre se dépose sur la baguette; une baguette non limée d'étain ou d'aluminium précipite le cuivre du sulfate, mais il ne se dégage pas de gaz.

» Le sulfate de zinc, de formation plus exothermique, se comporte de même que le sulfate de cuivre, le dégagement d'oxygène étant moins actif. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Différenciation des alcools primaires, secondaires et tertiaires de la série grasse.* Note de MM. **André Kling** et **Marcel Viard**, présentée par M. Troost.

« Les procédés de différenciation des alcools primaires, secondaires et tertiaires sont assez nombreux, mais d'une application souvent difficile ou d'une insuffisante généralisation.

» Nous avons cherché s'il n'existerait pas une méthode simple et rapide permettant de conclure immédiatement à quelle classe appartient un alcool et nous avons pensé à utiliser dans ce but l'inégale résistance des alcools vis-à-vis de la chaleur.

» Les alcools tertiaires, si facilement déshydratés avec formation de carbures non saturés, sont déjà décomposés en 2^{mol} à la température d'ébullition de la naphtaline (218°), tandis que les alcools primaires et secondaires restent intacts. Mais si l'on élève la température à 360°, point d'ébullition de l'anthracène, les alcools primaires seuls résistent, les secondaires et les tertiaires étant décomposés.

» Si donc on prend, par la méthode Meyer, la densité de vapeur d'un alcool, d'abord dans la vapeur de naphtaline puis dans la vapeur d'anthracène, on pourra, suivant que la densité sera normale ou moitié de la densité théorique, conclure que l'alcool est primaire, secondaire ou tertiaire. Nous avons constaté que la méthode est applicable jusqu'aux termes en C^7 pour les alcools primaires, en C^9 pour les secondaires, en C^{12} pour les tertiaires. Au delà de ces termes, ou bien les alcools ne sont plus suffisamment vaporisés, ou bien se décomposent irrégulièrement.

» Une partie des alcools qui nous ont servi pour ces déterminations nous ont été très aimablement fournis par MM. Grignard et Masson auxquels nous sommes heureux d'adresser nos remercîments.

» Les résultats de plus de 250 déterminations sont résumés dans le Tableau ci-dessous :

TABLEAU I.

Alcools primaires.

Alcools.	Formules.	D théorique.	D_1 naphtaline.	$K = \frac{D}{D_1}$ naphtaline.	D_2 anthracène.	$K' = \frac{D}{D_2}$ anthracène.
Alcool méthylique	$H - CH^2.OH$	1,10	1,16	**0,948**	1,10	**1,000**
Alcool éthylique	$CH^3 - CH^2OH$	1,59	1,58	**1,006**	1,59	**1,000**
Alcool propylique	$C^2H^5 - CH^2 - OH$	2,07	2,02	**1,024**	2,05	**1,009**
Alcool butylique normal	$C^2H^5 - CH^2 - CH^2OH$	2,56	2,51	**1,019**	2,42	**1,057**
Alcool isobutylique	$(CH^3)(CH^3) > CH - CH^2OH$	2,56	2,46	**1,040**	2,43	**1,059**
Alcool isoamylique inactif	$(CH^3)(CH^3) > CH - CH^2 - CH^2OH$	3,04	2,85	**1,066**	2,94	**1,034**
Alcool isoamylique actif	$C^2H^5 - CH(CH^3) - CH^2OH$	3,04	2,89	**1,051**	2,95	**1,030**
Alcool isohexylique	$(CH^3)(CH^3) > CH - (CH^2)^2 - CH^2OH$	3,53	3,62	**0,975**	3,19	**1,106**
Alcool allylique	$CH^2 = CH - CH^2OH$	2,00	1,90	**1,052**	1,76	**1,136**

Alcools secondaires.

Alcools.	Formules.	D théorique.	D_1 naphtaline.	$K=\frac{D}{D_1}$ naphtaline.	D_2 anthracène.	$K'=\frac{D}{D_2}$ anthracène.
Alcool isopyopylique	$(CH^3)^2 = CH - OH$	2,07	2,00	1,035	1,29	1,604
Diéthylcarbinol	$(C^2H^5)^2 = CH.OH$	3,04	2,97	1,023	1,51	2,013
Méthylhexylcarbinol	(CH^3) $(CH^2)-(C^2H^2)^5$ $>CH - OH$	4,50	4,33	1,039	2,26	1,991
Diisobutylcarbinol	$\left[\begin{smallmatrix}CH^3\\CH^3\end{smallmatrix}>CH - CH^2\right]^2 = CH.OH$	4,98	4,33	1,150	2,61	1,908

Alcools tertiaires.

Alcools.	Formules.	D théorique.	D_1 naphtaline.	$K=\frac{D}{D_1}$ naphtaline.	D_2 anthracène.	$K'=\frac{D}{D_2}$ anthracène.
Triméthylcarbinol	$(CH^3)^3 \equiv C - OH$	2,56	1,64	1,564	1,42	1,802
Diméthyléthylcarbinol	$(CH^3)^2(C^2H^5) \equiv C - OH$	3,04	1,68	1,832	1,64	1,853
Triéthylcarbinol	$(C^2H^5)^3 \equiv C - OH$	4,01	2,27	1,766	2,16	1,856
Diméthylhexylcarbinol	$[CH^3-(CH^2)^5](CH^3)^2 \equiv C-OH$	4,98	3,01	1,654	2,57	1,937
Diéthylisobutylcarbinol	$\left[\begin{smallmatrix}CH^3\\CH^3\end{smallmatrix}>CH-CH^2\right](C^2H^5)^2 \equiv C-OH$	4,98	2,50	1,992	2,50	1,992
Diéthylhexylcarbinol	$[CH^3-(CH^2)^5](C^2H^5)^2 \equiv C-OH$	5,95	3,62	1,643	3,04	1,957
Méthyldiisoamylcarbinol	$\left[\begin{smallmatrix}CH^3\\CH^3\end{smallmatrix}>(CH^2)^3\right]^2(CH^3) \equiv C-OH$	6,45	3,96	1,628	3,55	1,816
Diéthyloctylcarbinol	$[CH^3-(CH^2)^7](C^2H^5)^2 \equiv C-OH$	6,92	3,55	1,949	3,45	2,005
Diméthyl$_{11}$-décanène$_{10}$-ol$_1$	$[CH^2=CH-(CH^2)^8](CH^3)^2 \equiv C-OH$	6,85	3,80	1,802	3,41	2,008

» On remarquera que, pour les températures choisies, la décomposition du premier terme d'une série d'alcools dissociables est encore incomplète; ce n'est qu'à partir du second terme que la densité devient sensiblement égale à la demi-densité théorique.

» Les alcools à radicaux *phényliques échappent* à l'application de cette méthode [1].

» Par contre, en ce qui concerne l'alcool allylique, on voit que la coexistence dans sa molécule de la fonction éthylénique et de la fonction alcool ne modifie guère sa résistance puisqu'il se place à côté des primaires de la série saturée.

» Nous avons également vérifié que les glycols paraissent se ranger à côté des alcools dont ils possèdent la fonction la moins résistante. Exemples :

TABLEAU II.

Glycol biprimaire.

	Formule.	D théorique.	D_1 naphtaline.	$K=\frac{D}{D_1}$ naphtaline.	D_2 anthracène.	$K'=\frac{D}{D_2}$ anthracène.
Éthylglycol	$CH^2(OH) - CH^2(OH)$	2,14	2,68	0,798	2,04	1,049

(1) Nous nous proposons de rechercher des températures convenables qui nous permettent d'appliquer notre procédé aux alcools de la série aromatique.

Glycols possédant une fonction alcool secondaire.

	Formules.	D théorique.	D_1 naphtaline.	$K = \frac{D}{D_1}$ naphtaline.	D_2 anthracène.	$K' = \frac{D}{D_2}$ anthracène.
Propylglycol prim. sec.	$CH^3 - CH(OH) - CH^2(OH)$	2,63	2,46	1,069	1,45	1,813
Butylglycol prim. sec.	$CH^3 - CH^2 - CH(OH) - CH^2(OH)$	3,11	2,72	1,143	1,55	2,006
Butylglycol bisec.	$CH^3 - CH(OH) - CH(OH) - CH^3$	3,11	2,73	1,139	1,52	2,046

Glycol possédant une fonction alcool tertiaire.

	Formule.	D théorique.	D_1 naphtaline.	$K = \frac{D}{D_1}$ naphtaline.	D_2 anthracène.	$K' = \frac{D}{D_2}$ anthracène.
Amylglycol prim. tert.	$\frac{CH^3}{C^2H^5} > C < \frac{CH^2.OH}{OH}$	3,60	1,87	1,925	1,76	2,045

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur la formation des chloroanilines.* Note de M. **Eyvind Bœdtker**. (Extrait.)

« En faisant préparer l'aniline par les élèves de mon laboratoire, j'ai quelquefois observé que le produit de réduction du nitrobenzène par l'étain et l'acide chlorhydrique n'était pas uniquement constitué par l'aniline. Or, ce corps était accompagné par d'autres, bouillant à une température supérieure à 183°. Deux fois, il est même arrivé que les produits de réduction étaient tout à fait exempts d'aniline.

» En distillant le produit par la vapeur d'eau, de grands cristaux se sont déposés dans le réfrigérant en même temps qu'une huile.

» Les cristaux, recristallisés par l'alcool, possédaient le point de fusion 70°,5 et distillaient à 232°,3 (température corrigée).

» L'analyse de ce corps a donné

$$C = 56,73;\ H = 5,15;\ Az = 11,2;\ Cl = 26,83.$$

» La chloraniline (variété para) $C^6H^4ClAzH^2$ exige

$$C = 56,49;\ H = 4,75;\ Az = 11,01;\ Cl = 27,75.$$

» La réaction peut être exprimée par l'équation suivante :

$$C^6H^5AzO^2 + HCl + 2H^2 = C^6H^4 \begin{cases} Cl \\ AzH^2 \end{cases} + 2H^2O.$$

» Cette réaction est étrange dans un système où l'hydrogène se dégage en abondance. Elle n'est cependant pas sans précédents.

» W. Loeb ([1]), en électrolysant une émulsion de nitrobenzène et d'acide chlorhydrique très concentrée, a obtenu à la cathode les deux chloranilines, ortho et para.

» D'autre part, le pouvoir oxydant du nitrobenzène vis-à-vis de l'acide chlorhydrique a déjà été montré, il y a longtemps, par M. Baumhauer ([2]). En effet, en chauffant le nitrobenzène avec l'acide chlorhydrique fumant en tube scellé à 230°-250° pendant deux heures, M. Baumhauer a obtenu de la bichloraniline. »

CHIMIE VÉGÉTALE. — *Sur le pouvoir saponifiant de la graine de ricin.* Note de M. **Maurice Nicloux**, présentée par M. Moissan.

« Le fait que les graines oléagineuses contiennent une substance capable de provoquer le dédoublement de leur propre huile est un fait connu depuis longtemps, J. Pelouze ([3]) l'avait signalé en 1855, ses expériences ont été faites avec des graines de lin, colza, moutarde, pavot, etc.; les acides gras ont été dosés après un certain temps dans la farine de ces graines donnant ainsi la valeur de l'intensité de la saponification. Pelouze n'hésita pas à attribuer cette action à celle d'un ferment.

» Plus tard, E. Maillot ([4]) puis J.-R. Green ([5]), W. Siegmund ([6]) tentent l'extraction de ce ferment mais n'arrivent à préparer que des substances d'une activité très faible. Le premier de ces auteurs, E. Maillot, signale en même temps la présence dans la graine de ricin d'un ferment dissolvant les matières albuminoïdes.

» Tout récemment, W. Connstein, E. Hoyer et H. Wartenberg ([7]) ont montré que

---

([1]) *D. ch. G.*, t. XXIX, p. 1896.

([2]) *Chem. Centralblatt*, 1870, p. 327. Mémoire original de l'auteur.

([3]) J. Pelouze, *Sur la saponification des huiles sous l'influence des matières qui les accompagnent dans les graines* (*Comptes rendus*, t. XL, 1855, p. 605-611).

([4]) Ed. Maillot, *Étude comparée du pignon et du ricin de l'Inde* (*Thèse de Pharmacie*, 1 vol. 108 pages, 3 planches. Nancy, 1880).

([5]) J.-R. Green, *On the germination of the castor oil plant* (*Ricinus communis*) (*Proceedings of the Royal Society of London*, t. XLVIII, 1890, p. 370-392).

([6]) W. Siegmund, *Ueber fettspaltende Fermente im Pflanzenreiche* (*Monatsheft für Chemie*, t. XI, 1890, p. 272-276).

([7]) W. Connstein, E. Hoyer et H. Wartenberg, *Ueber fermentative Fettspaltung* (*Berichte der deutschen ch. Ges.*, t. XXXV, 1902, p. 3988-4007).

l'huile de ricin ou toute autre huile triturée avec la graine de ricin ou le tourteau est le siège d'une saponification intense si l'on a soin d'opérer en présence d'une petite quantité d'acide minéral ou organique.

» K. Braun et E. Behrendt (1) ont confirmé ces dernières expériences et ont signalé en outre la même action lipolytique pour les semences de Jequirity (*Abrus precatorius*).

» Tous ces auteurs, comme J. Pelouze, attribuent l'action saponifiante à la présence d'un ferment. Cette conclusion paraît prématurée, aucun de ces derniers auteurs n'ayant isolé ce ferment.

» L'étude histologique permettait au contraire d'aborder indirectement le problème en cherchant quel est, dans la graine, l'élément doué du pouvoir saponifiant; la préparation du cytoplasma, telle que je l'ai décrite (*Comptes rendus*, même Tome, p. 1112), m'a permis de résoudre la question.

» On reconnaît bien vite, en effet, que la propriété lipolytique si remarquable de la graine de ricin est exclusivement réservée au cytoplasma à l'exclusion de toutes les autres parties de la graine. Voici comment on peut le démontrer.

» Un procédé de dosage très simple et suffisamment exact, basé sur la détermination de la proportion d'huile saponifiée en se plaçant dans des conditions expérimentales identiques (2), permet d'évaluer la quantité de cytoplasma contenu dans la graine. Cette quantité est variable avec l'origine. Elle est environ de 2 à 3 pour 100 (cytoplasma pesé à l'état sec) de la graine entière pour le ricin commun, graines de tout venant et non choisies.

» Or la séparation du cytoplasma d'après le procédé indiqué plus haut montre qu'un premier épuisement par l'huile peut fournir 50 à 60 pour 100 du cytoplasma total, un second épuisement dans les mêmes conditions 30 pour 100 environ. En même temps et tout naturellement le pouvoir lipolytique disparaît quasi complètement des tourteaux restants, constitués presque uniquement, lorsqu'il s'agit de graines décortiquées, par les grains d'aleurone.

» On comprend alors aisément que le cytoplasma ainsi isolé présente un pouvoir saponifiant considérable. Les deux expériences suivantes peuvent en donner une idée :

» Le cytoplasma considéré à l'état sec (3), mis en suspension dans 50 fois son poids

---

(1) K. Braun et E. Behrendt, *Beitrag zur fermentativen Fettspaltung* (*Berichte der deutschen ch. Ges.*, t. XXXVI, 1903, p. 1142-1145 et, même Tome, p. 1900-1911.

(2) Je donnerai dans un Mémoire plus étendu tous les détails techniques.

(3) En réalité, étant donné les difficultés que l'on a pour remettre en suspension dans l'huile le cytoplasma amené à l'état sec, mieux vaut toujours s'adresser au produit

d'huile de coton et en présence d'acide acétique très dilué (acide acétique à 6 pour 1000 : 4 parties pour 10 parties d'huile) saponifie cette huile dans la proportion de 80 pour 100 environ en 30 minutes, et ceci à la température de 20°. En répétant la même expérience en prenant 500 fois le poids d'huile de coton, le même résultat est obtenu en 15 heures.

» *Conclusion.* — La substance active douée de propriétés lipolytiques contenue dans la semence du Ricin est le cytoplasma à l'exclusion de tous les autres éléments de la graine.

» Ce cytoplasma est-il doué de propriétés spécifiques, ou peut-on le considérer comme le support d'un ferment soluble, d'une diastase? Quelles sont ses propriétés, comment agit-il? Ceci fera l'objet d'une prochaine Communication. »

ZOOLOGIE. — *Sur la structure du cœur chez les Céphalopodes.* Note de M. F. **Marceau**, présentée par M. Edm. Perrier.

« Les données que nous possédons actuellement sur la structure du cœur des Mollusques et en particulier sur celui des Céphalopodes sont contradictoires.

» D'après Lebert (1850), le cœur des Céphalopodes est formé de fibres groupées en faisceaux qui eux-mêmes forment, en s'entrecroisant dans tous les sens, des réseaux serrés. Les fibres renferment beaucoup de granules moléculaires, ce qui donne aux faisceaux un aspect fibrogranuleux.

» Weissmann (1861) a constaté que le cœur des Mollusques est formé d'éléments musculaires arborescents, non décomposables en cellules (méthode d'isolement par la solution de potasse caustique à 35 pour 100).

» Leydig (1866) a observé des fibres striées en travers dans les cœurs branchiaux des Céphalopodes. H. Müller et Keferstein ont constaté le même fait, tandis que Fol (1888) affirme que les prétendues fibres striées ne sont que des fibres lisses dont les fibrilles sont enroulées en spirale d'un très faible pas.

» Enfin, d'après Bergh (1898), le cœur, ainsi que les grosses artères et veines, sont dépourvus d'endothélium et l'hémolymphe arrive au contact des fibres musculaires.

» Mes recherches n'ont porté jusqu'à présent que sur le Poulpe (*Octopus vulgaris*). Chez ce Mollusque, le cœur offre l'aspect d'une oreillette du

qui, dans la préparation décrite (même Tome, p. 1112), provient de la centrifugation et renferme encore une certaine proportion d'huile.

cœur d'un Vertébré, c'est-à-dire que sa paroi est mince et que sa face interne présente des cordons musculaires enchevêtrés dans tous les sens et formant de très légères saillies.

» La dissociation de fragments traités pendant quelques jours par la solution étendue d'acide azotique (20 pour 100) m'a montré très nettement que les cordons ou travées musculaires sont formés par des fibres striées anastomosées en réseaux à mailles très allongées et ne présentant que de très rares extrémités libres effilées régulièrement. Ce réseau rappelle celui des travées musculaires cardiaques des Tortues et des Crocodiles par la rareté de ses branches libres, non anastomosées.

» Les coupes de fragments du cœur fixé en diastole à l'aide du liquide de Zenker et colorées à l'hématoxyline ferrique-éosine révèlent les particularités suivantes pour la structure des fibres. Ces éléments, de forme cylindroïde plus ou moins régulière et dont le diamètre oscille entre 5^{μ} et 15^{μ}, sont constitués par une écorce de fibrilles entourant une colonne sarcoplasmique très finement granuleuse et très développée renfermant les noyaux qui y sont disposés assez irrégulièrement.

» Les noyaux ont la forme d'ellipsoïdes à grand axe plus ou moins allongé, munis de granulations chromatiques irrégulières et fortement colorées en noir. Leurs dimensions sont les suivantes :

	Maximum.	Moyenne.	Minimum.
Longueur...........	27^{μ}	15^{μ}	10^{μ}
Diamètre...........	8^{μ}	5^{μ}	3^{μ}

» En coupes transversales, les fibres apparaissent en général très mal limitées comme chez certains Vertébrés inférieurs : on voit seulement autour d'espaces clairs (colonnes sarcoplasmiques) dans lesquels sont parfois compris des noyaux, de petits paquets de fibrilles de grosseur irrégulière et assez irrégulièrement placés. Ces paquets de fibrilles sont parfois de petites colonnettes musculaires creuses et il est souvent difficile de dire s'ils appartiennent à telles ou telles fibres contiguës. En quelques points des préparations, on réussit cependant à observer quelques fibres assez bien limitées. Je n'ai pu observer aucune trace de sarcolemme autour de ces fibres, ce qui explique la fréquence de leur fragmentation irrégulière sous l'influence de la rétraction provoquée par les fixateurs.

» Entre les faisceaux de fibres on observe des cellules conjonctives à noyaux arrondis et quelques capillaires remplis de petits globules colorés en noir intense.

» Les fibrilles striées constituant l'écorce des fibres présentent quelques particularités dignes de remarque :

» 1° Elles paraissent un peu plus grosses que celles des fibres cardiaques des Vertébrés.

» 2° Elles ont une affinité générale plus grande pour la laque ferrique et leurs diverses parties se laissent souvent mal différencier. Par exemple, les

bandes claires et surtout les stries de Hensen ne se laissent que difficilement décolorer.

» 3° Les disques minces sont très épais et ont pour la laque ferrique une affinité presque aussi grande que les disques épais terminaux.

» 4° Les éléments musculaires des fibrilles sont plus de deux fois plus longs que ceux des fibrilles correspondantes des Vertébrés, ainsi que cela ressort du Tableau suivant :

	Fibrilles du cœur des Vertébrés.	Fibrilles du cœur d'*Octopus vulgaris*.
Disque épais (D*e*) ou (Q)...............	$1^{\mu},2$	$2^{\mu},5$
Disque mince + deux bandes claires (D*m*) + 2(B*c*) ou (Z) + 2(J).........	$0^{\mu},8$	$2^{\mu},5$
Total.....	$2^{\mu},0$	$5^{\mu},0$

» Disons enfin pour terminer que le cœur du Poulpe est tapissé par un endocarde très mince 1^{μ} à 2^{μ}) constitué par un endothélium à noyaux très petits et très aplatis au-dessous duquel se trouvent des cellules conjonctives situées à des distances assez grandes les unes des autres. »

PHYSIOLOGIE VÉGÉTALE. — *Résistance de certaines graines à l'action de l'alcool absolu*. Note de M. **Paul Becquerel**, présentée par M. Gaston Bonnier.

« Dans un travail relatif à la résistance de certaines graines à l'action de divers agents chimiques, Giglioli (¹) avait remarqué que des graines de luzerne et de trèfle artificiellement desséchées conservaient leur pouvoir germinatif, même après un séjour de 16 années dans l'alcool absolu et dans des solutions alcooliques anhydres de bichlorure de mercure. Le taux des germinations obtenues était encore de 66 pour 100. Ce savant attribuait la légère baisse du pouvoir germinatif à une dessiccation imparfaite, car il pensait que des graines rigoureusement desséchées conserveraient indéfiniment leur aptitude à germer.

» Ces faits nous ayant un peu surpris, nous nous sommes demandé si dans ces expériences l'alcool avait bien pénétré dans la graine, si la plan-

(¹) *Nature*, 3 octobre 1895.

tule n'avait pas été protégée par son tégument que la dessiccation aurait peut-être rendu imperméable à ce liquide.

» Nous avons donc repris les expériences de Giglioli, mais en les modifiant. Les graines dont nous nous sommes servis furent le blé, le pois, le haricot, le trèfle et la luzerne.

» De toutes ces graines nous fîmes quatre lots ainsi constitués :

» Le premier comprenait des graines imparfaitement desséchées comme celles que les grainetiers nous livrent pour semer, dont le tégument était intact; le second, des graines à dessiccation identique, mais dont le tégument était perforé; le troisième, des graines dont les téguments ont été amollis par un séjour de deux heures dans de l'eau distillée; enfin un quatrième lot était formé de graines témoins.

» Les trois premiers lots furent plongés dans l'alcool absolu pendant 8 jours.

» Au bout de ce temps nous retirâmes de ce milieu les graines de chaque lot, puis, les ayant exposées à l'air pendant quelques minutes et mises à gonfler dans l'eau pendant quelques heures, nous les plaçâmes sur de la ouate humide dans une étuve à germination à la température de 28°.

» Quatre jours après nous constations les résultats suivants : toutes les graines de pois, de blé de Bordeaux, de luzerne et de trèfle dont les téguments avaient été laissés intacts et desséchés germèrent. Toutes les autres, dont le tégument avait été perforé ou qui avait été plongé dans l'eau, perdirent leur pouvoir germinatif. Cependant il faut signaler une exception. Aucun des haricots de n'importe quel lot qui avait baigné dans l'alcool ne manifesta son aptitude à germer.

» Cette exception confirme les résultats des autres expériences. En effet, le haricot possède un hile qui, laissant passer les gaz et les liquides, joue le même rôle qu'une perforation artificielle sur les autres graines.

» Désirant savoir si l'alcool avait bien attaqué la plantule, nous avons décortiqué des graines de pois que nous avions laissés dans ce liquide.

» Nous avons alors constaté que toutes les radicules des graines à tégument blessé ou humide étaient jaunies et gaufrées, tandis que toutes les autres, dont le tégument desséché avait été intact, étaient blanches et non gaufrées.

» En pratiquant des coupes dans les radicules jaunies et en les examinant au microscope dans le réactif iodoformé, à la température de 60°, nous avons pu déceler directement la présence de l'alcool dans les cellules de l'épiderme et de l'écorce.

» Par contre, pour les coupes des radicules blanches soumises au même réactif, nous n'avons pu obtenir le même résultat.

» Ainsi donc, l'étude macroscopique et microscopique confirme les résultats de nos expériences.

» Elles établissent, d'une manière indiscutable, que même pour des graines à l'état de dessiccation naturelle, par conséquent imparfaitement desséchées, le tégument a pour l'alcool absolu une imperméabilité suffisante pour protéger la plantule contre son action destructive. Dans ces conditions, il ne nous paraît plus du tout étonnant que Giglioli ait pu conserver pendant 16 ans, dans de l'alcool absolu ou dans des solutions alcoo-

liques anhydres de bichlorure de mercure, des graines de trèfle et de luzerne parfaitement desséchées.

» D'un côté, l'alcool protégeait la graine contre toute absorption d'eau qui aurait activé ses échanges respiratoires; de l'autre, en desséchant continuellement le tégument, il se le rendait impénétrable et s'interdisait toute action fixatrice sur la plantule.

» Maintenant le déclin du pouvoir germinatif des graines de trèfle et de luzerne, que Giglioli avait attribué à une imparfaite dessiccation artificielle, s'explique selon nous tout autrement, puisque cette imparfaite dessiccation n'a pas du tout nui à nos expériences. Il serait dû soit aux blessures légères des téguments de ces graines produites par les opérations qu'exige leur récolte, ces blessures ayant permis la pénétration de l'alcool, soit encore à une autre cause fort probable, celle de la vie ralentie de la graine, qui a pu dépenser pendant ces 16 années consécutives toutes ses réserves d'aliment et d'énergie.

» *En résumé*, de toutes nos expériences nous concluons que le tégument de la graine humide permettant l'osmose est perméable à l'alcool absolu, tandis que desséché à un certain degré, les phénomènes d'osmose ne pouvant plus se produire, il est complètement imperméable à ce liquide anhydre. Par conséquent, dans cet état, s'il y a étanchéité parfaite du tégument, tous les poisons anhydres, bichlorure de mercure et autres toxiques qu'on pourra ajouter à l'alcool absolu, resteront sans effet sur le pouvoir germinatif. »

M. Spyros Athanasopoulos adresse une Note relative à « la découverte d'un sérum antirabique et à l'immunité de l'organisme dans la rage ».

A 4 heures un quart l'Académie se forme en Comité secret.

La séance est levée à 4 heures et demie.

G. D.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

Ouvrages reçus dans la séance du 18 avril 1904.

(Suite.)

La moderna teoria dei fenomeni fisici : radioattività, ioni, elettroni, per Augusto Righi; 2ª edizione, con numerose aggiunte. Bologne, Nicola Zanichelli, 1904; 1 vol. in-8°.

Una nuova forza biologica che agisce meccanicamente a distanza, per PARISINO PETTINELLI. Savone, D. Bertolotto et Cie, 1903; 1 fasc. in-12.

Saggio di una teoria generale dei fenomeni naturali : Costituzione della materia; fenomeni fisico-chimici; fenomeni biologici, per PARISINO PETTINELLI. Savone, D. Bertolotto et Cie, 1904; 1 fasc. in-8°.

Sondeur à drague, par M. LÉGER. (*Bull. du Musée océanographique de Monaco*, n° 8, 10 avril 1904.) Monaco; 1 fasc. in-8°.

L'État indépendant du Congo. Documents sur le pays et ses habitants : Protection et moralisation des indigènes. (Annexe aux *Annales du Musée du Congo : Ethnographie et Anthropologie*; série IV, fasc. 5.) Bruxelles, 1904; 1 fasc. in-f°.

The virulence of human and bovine tubercle bacilli for guinea pigs and rabbits, by MARION DORSET. (U. S. Department of Agriculture : Bur. of animal industry. *Bull.* n° 52, part 1.) Washington, 1904; 1 fasc. in-8°.

The culture of the mulberry silkworm, by HENRIETTA AIKEN KELLY. (U. S. Departm. of Agric. : Division of Entomology. *Bull.* n° 39, new series.) Washington, 1903.

Proceedings of the fifteenth annual meeting of the Association of economic entomologists. (U. S. Depart. of Agric. : Division of Entomology; *Bull.* n° 40, new series.) Washington, 1903.

Report of the South African Association for the advancement of Science; first meeting, Cape Town, 1903. Cape Town; 1 vol. in-8°.

Reale Istituto lombardo di Scienze e Lettere : Rendiconti: serie II, vol. XXXVII, fasc. 1-3. Milan, Ulrico Hoepli, 1904; 3 fasc. in-8°.

Annales de la Société géologique de Belgique; t. XXX, 2e livraison; t. XXXI, 1re livraison. Liége, 1904; 2 fasc. in-8°.

Archives néerlandaises des Sciences exactes et naturelles, rédigées par J. BOSSCHA; série II, t. IX, 1re et 2e livraison. La Haye, 1904; 1 vol. in-8°.

Revue des Questions scientifiques, pub. par la Soc. scientifique de Bruxelles; 3e série, t. V, 20 janvier 1904; *Table analytique des cinquante premiers Volumes*, 1877-1901. Louvain, 1904; 2 vol. in-8°.

OUVRAGES REÇUS DANS LA SÉANCE DU 25 AVRIL 1904.

Einteilung der Elemente, von HENRI MOISSAN, Mitglied der Akademie, Professor an der Universität Paris; autorisirte deutsche Ausgabe, von Dr TH. ZETTEL. Berlin, M. Krayn, 1904; 1 fasc. in-8°.

Traité de Balistique extérieure, par le commandant P. CHARBONNIER, Ouvrage couronné par l'Académie des Sciences, 2e édition. Paris, Ch. Béranger, 1904; 1 vol. in-8°. (Présenté par M. le général Sebert.)

Traité général de Viticulture. Ampélographie, pub. sous la direction de P. VIALA et V. VERMOREL, peintures de A. KREYDER et J. TRONCY; Tome V. Paris, Masson et Cie, 1904; 1 vol. in-4°. (Présenté par M. Guignard. Hommage de M. P. Viala.)

Mécanisme et dynamisme cardiaques, loi fonctionnelle de la Création, par LOUIS-CHARLES-ÉMILE VIAL. Paris, chez l'auteur, 1904; 1 fasc. in-8°.

Mystères de Cérès et de Bacchus, par H. LIZERAY. Paris, Vigot frères, 1904; 1 vol. in-12.

Société d'Histoire naturelle d'Autun; seizième *Bulletin*. Autun, Dejussieu père et fils, 1903; 1 vol. in-8°. (Présenté par M. Albert Gaudry.)

Bulletin de la Société française de Minéralogie; t. XXVII, n°s 1 et 2, janvier-février 1904. Paris, Ch. Béranger; 1 fasc. in-8°.

Propriétés d'un arc de cercle concentrique et d'une section d'angle, par Ch. Klimentof. Karkof, 1904; 1 fasc. in-8°. (En langue russe.)

Ricerche biotermiche, del Dott. Adolfo Montuori. Naples, Francesco Giannini et fils, 1904; 1 vol. in-8°.

La Rabia, Ascochyta pisi (Oud.), *y la Mosca de los garbanzales,* Agromyza ciceri (Nav.), por Leandro Navarro. Madrid, G. Hernandez fils, 1903; 1 vol. in-8°.

A Dictionary of the plant names of the Philippine Islands, by Elmer D. Merrill. (Department of the Interior. Bur. of Government Laboratories, 1903, n° 8.) Manille, 1903; 1 fasc. in-8°.

The gutta percha and rubber of the Philippine Islands, by Penoyer L. Sherman. (Depart. of the Interior. Bur. of Gov. Laboratories, 1903, n° 7.) Manille, 1903; 1 fasc. in-8°.

Report on some pulmonary lesions produced by the bacillus of hemorrhagic septicæmia of carabaos, by Paul-G. Wooley. (Depart. of the Interior. Bur. of Gov. Laboratories, 1903, n° 12.) Manille, 1904; 1 fasc. in-8°.

Report of the ninth meeting of the Australasian Association for the Advancement of Science, held at Hobart, Tasmania, 1902, edit. by Alex. Morton. Hobart, John Vail, 1903; 1 vol. in-8°.

Carta geologica d'Italia, al 100000, dell'Istituto geografico militare; f. 201-204, 213-215, 223. Rome, Service de la Carte géologique d'Italie, 1904; 8 feuilles in-plano.

Atti del Reale Istituto veneto di Scienze, Lettere ed Arti; t. LXI, d^a 10; t. LXII, d^a 1-10. Venise, 1901-1903; 11 fasc. in-8°.

Memorie del Reale Istituto veneto di Scienze, Lettere ed Arti. Vol. XXVII, n° 1 : *Dati somatometrici relativi alla formola proposta per la constatazione della individualità fisio-patologica,* per Pra Pietro; n° 2 : *Giulio Pace da Beriga e la giurisprudenza dei suoi tempi,* per Franceschini Antonio. Venise, 1902-1903; 2 fasc. in-4°.

Republica mexicana : Estadistica industrial, formada por la Direccion general de Estadistica, a cargo del Dr Antonio Penafiel, 1902. Mexico, 1903; 1 vol. in-4°.

Censo y division territorial del Estado de Guanajuato, verificados en 1900. Mexico, 1903; 1 vol. in-4°.

Göteborgs Kungl. Vetenskaps- och Vitterhets-Samhälles Handlingar. Fjärde följden V-VI. Gœteborg, 1903; 1 vol. in-8°.

Ouvrages reçus dans la séance du 2 mai 1904.

Antoine Deparcieux (1703-1768); *Notice biographique : Sa vie, ses travaux, sa famille,* par Ernest Durand. Alais, J. Brabo, 1904; 1 vol. in-8°. (Hommage de l'auteur.)

Sur la végétation de quelques sources d'eau douce sous-marines de la Seine-Inférieure, par M. MAURICE GOMONT. (Extr. du *Bull. de la Soc. bot. de France,* t. II, séance du 22 janvier 1904.) Paris, Motteroz; 1 fasc. in-8°.

Théorie de la fonction ventriculaire du système cérébro-spinal, par HENRI VÉDIE. Paris, A. Maloine, 1904; 1 fasc. in-8°.

Académie des Sciences, Belles-Lettres et Arts de Rouen. Liste générale des Membres : 1° *de* 1744 *à* 1793; 2° *de* 1803-1804 *à* 1900-1901, dressée par A. HÉRON. Rouen, imp. Léon Gy, 1903; 1 fasc. in-8°.

Précis analytique des travaux de l'Académie des Sciences, Belles-Lettres et Arts de Rouen, pendant l'année 1902-1903. Rouen, imp. Léon Gy; Paris, A. Picard, 1903; 1 vol. in-8°.

Compte rendu des séances du Conseil d'hygiène publique et de salubrité du département de la Seine, 10e année, nos 1-10, 12. Paris, imp. Chaix, 1904; 11 fasc. in-8°.

Grand Atlas universel de Marks [texte en russe], publié par E. PETRI et J.-M. SHOKOLSKI; livraison 4. Saint-Pétersbourg, 1904; 1 fasc. in-f°. (Présenté par M. A. Grandidier.)

Binary families in a triply connected region, with especial reference to hypergeometric families, by D.-R. CURTISS. (*Memoirs of the American Academy of Arts and Sciences;* vol. XIII, n° 1.) Cambridge, Mass., John Wilson et fils, janvier 1904; 1 fasc. in-4°.

Mathematica theorie duchodu jistych a pujcek annuitnich, napsal Jan KOLOUSEK. (*sbornik jednoty ceskych mathematiku v Praze;* cislo VIII.) Prague, 1904; 1 vol. in-8°.

(*A suivre.*)

N° 19.

TABLE DES ARTICLES. (Séance du 9 mai 1904.)

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

NOMINATIONS.

MÉMOIRES PRÉSENTÉS.

CORRESPONDANCE.

N° 19.

SUITE DE LA TABLE DES ARTICLES.

PARIS. — IMPRIMERIE GAUTHIER-VILLARS.
Quai des Grands-Augustins, 55.

Le Gérant GAUTHIER-VILLARS.

1904

PREMIER SEMESTRE.

—

COMPTES RENDUS

HEBDOMADAIRES

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES

PAR MM. LES SECRÉTAIRES PERPÉTUELS.

TOME CXXXVIII.

N° 20 (16 Mai 1904).

PARIS,

GAUTHIER-VILLARS, IMPRIMEUR-LIBRAIRE

DES COMPTES RENDUS DES SÉANCES DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES,

Quai des Grands-Augustins, 55.

—

1904

RÈGLEMENT RELATIF AUX COMPTES RENDUS,

ADOPTÉ DANS LES SÉANCES DES 23 JUIN 1862 ET 24 MAI 1875.

Les *Comptes rendus hebdomadaires des séances de l'Académie* se composent des extraits des travaux de ses Membres et de l'analyse des Mémoires ou Notes présentés par des savants étrangers à l'Académie.

Chaque cahier ou numéro des *Comptes rendus* a 48 pages ou 6 feuilles en moyenne.

26 numéros composent un volume.

Il y a deux volumes par année.

ARTICLE 1er. — *Impression des travaux de l'Académie.*

Les extraits des Mémoires présentés par un Membre ou par un Associé étranger de l'Académie comprennent au plus 6 pages par numéro.

Un Membre de l'Académie ne peut donner aux *Comptes rendus* plus de 50 pages par année.

Les communications verbales ne sont mentionnées dans les *Comptes rendus*, qu'autant qu'une rédaction écrite par leur auteur a été remise, séance tenante, aux Secrétaires.

Les Rapports ordinaires sont soumis à la même limite que les Mémoires; mais ils ne sont pas compris dans les 50 pages accordées à chaque Membre.

Les Rapports et Instructions demandés par le Gouvernement sont imprimés en entier.

Les extraits des Mémoires lus ou communiqués par les correspondants de l'Académie comprennent au plus 4 pages par numéro.

Un Correspondant de l'Académie ne peut donner plus de 32 pages par année.

Dans les *Comptes rendus*, on ne reproduit pas les discussions verbales qui s'élèvent dans le sein de l'Académie; cependant, si les Membres qui y ont pris part désirent qu'il en soit fait mention, ils doivent rédiger, séance tenante, des Notes sommaires, dont ils donnent lecture à l'Académie avant de les remettre au Bureau. L'impression de ces Notes ne préjudicie en rien aux droits qu'ont ces Membres de lire, dans les séances suivantes, des Notes ou Mémoires sur l'objet de leur discussion.

Les Programmes des prix proposés par l'Académie sont imprimés dans les *Comptes rendus*, mais les Rapports relatifs aux prix décernés ne le sont qu'autant que l'Académie l'aura décidé.

Les Notices ou Discours prononcés en séance publique ne font pas partie des *Comptes rendus*.

ARTICLE 2. — *Impression des travaux des Savants étrangers à l'Académie.*

Les Mémoires lus ou présentés par des personnes qui ne sont pas Membres ou Correspondants de l'Académie peuvent être l'objet d'une analyse ou d'un résumé qui ne dépasse pas 3 pages.

Les Membres qui présentent ces Mémoires sont tenus de les réduire au nombre de pages requis. Le Membre qui fait la présentation est toujours nommé; mais les Secrétaires ont le droit de réduire cet Extrait autant qu'ils le jugent convenable, comme ils le font pour les articles ordinaires de la correspondance officielle de l'Académie.

ARTICLE 3.

Le *bon à tirer* de chaque Membre doit être remis à l'imprimerie le mercredi au soir, ou, au plus tard, le jeudi à 10 heures du matin; faute d'être remis à temps, le titre seul du Mémoire est inséré dans le *Compte rendu* actuel, et l'extrait est renvoyé au *Compte rendu* suivant, et mis à la fin du cahier.

ARTICLE 4. — *Planches et tirage à part.*

Les *Comptes rendus* n'ont pas de planches.

Le tirage à part des articles est aux frais des auteurs; il n'y a d'exception que pour les Rapports et les Instructions demandés par le Gouvernement.

ARTICLE 5.

Tous les six mois, la Commission administrative fait un Rapport sur la situation des *Comptes rendus* après l'impression de chaque volume.

Les Secrétaires sont chargés de l'exécution du présent Règlement.

Les Savants étrangers à l'Académie qui désirent faire présenter leurs Mémoires par MM. les Secrétaires perpétuels sont priés de les déposer au Secrétariat au plus tard le Samedi qui précède la séance, avant 5h. Autrement la présentation sera remise à la séance suivante

ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 16 MAI 1904,

PRÉSIDENCE DE M. MASCART.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

M. le **Président**, en annonçant à l'Académie la mort de M. *Sarrau*, Membre de la Section de Mécanique, et la mort de M. *Marey*, Membre de la Section de Médecine et Chirurgie, s'exprime comme il suit :

« Au cours de cette semaine, l'Académie a été frappée d'un double deuil ; c'est la cinquième fois, depuis le commencement de l'année, que j'aurai la douloureuse mission d'annoncer à l'Académie la mort de nos Confrères.

» Il y a quelques mois à peine que M. Sarrau subit une première atteinte, mais sa santé déjà compromise faisait craindre qu'il ne pût s'en rétablir. Il s'est alors retiré à la campagne, espérant au moins y trouver plus de calme ; son état général n'y fit pas de progrès sensibles, et, après diverses accalmies, il s'éteignit mardi dernier loin de nous ; quelques amis seulement ont pu l'accompagner jusqu'à sa tombe.

» A sa sortie de l'École polytechnique, M. Sarrau entra au service des Poudres et Salpêtres où il devint inspecteur général. Dans ce grand établissement, il consacra toute son activité à la solution des nombreux problèmes que soulevait la transformation des armes de guerre.

» A part ceux de ses travaux qui restent, par leur nature, dans les documents administratifs, M. Sarrau publia dans le *Mémorial des Poudres et Salpêtres* une série de Mémoires où il expose la théorie générale des phénomènes que produit la combustion des poudres dans les bouches à feu et en poursuit l'analyse jusqu'au point où les prévisions théoriques deviennent susceptibles de vérifications expérimentales. Deux principes fondamentaux lui servaient de guide, la thermodynamique pour l'étude des pressions et

de la puissance balistique communiquée aux projectiles, et, pour les propriétés des explosifs, la thermochimie, suivant la méthode mémorable instituée par notre Confrère M. Berthelot.

» Ces Mémoires ont acquis une autorité reconnue dans tous les pays et consacré M. Sarrau comme un chef d'école.

» Diverses incursions dans le domaine de la Physique mathématique avaient conduit M. Sarrau à une discussion approfondie des propriétés des gaz et des vapeurs dans les conditions extrêmes de température et de pression, et à une théorie nouvelle des propriétés optiques du quartz, aboutissant aux meilleures formules proposées jusqu'alors pour représenter les phénomènes.

» Les ingénieurs des Poudres et Salpêtres avaient apprécié déjà le talent d'exposition de M. Sarrau. A l'École Polytechnique il s'est révélé comme un professeur hors ligne. La lucidité et la méthode de son enseignement ont été admirées par les nombreuses promotions qui se sont succédé autour de sa chaire. Le cours de Mécanique, quelquefois si ardu, était devenu pour eux une sorte de repos et une véritable attraction.

» M. Sarrau prenait rarement la parole dans les séances de l'Académie, mais chaque fois on était captivé par la clarté des idées et l'élégance d'une élocution à laquelle un reste d'accent méridional donnait une saveur particulière.

» Ceux qui l'ont approché plus intimement ont pu apprécier son exquise bonté, les charmes de son caractère et la verve de son esprit, aussi curieux des jouissances intellectuelles de la littérature et de la musique que des spéculations de la science.

» Pour combler la mesure de ces deuils trop fréquents, nous apprenons aujourd'hui la mort de notre Confrère M. Marey, doyen de la Section de Médecine et de Chirurgie. Il a succombé aux suites d'une longue et douloureuse maladie qui le tenait éloigné de nous depuis près de deux ans.

» Il y a quelques années, ses confrères, ses collègues, ses amis et ses élèves se réunissaient au Collège de France, dans une cérémonie jubilaire, pour lui offrir une médaille commémorative de sa belle carrière scientifique. Comme on lui rappelait en termes éloquents la longue série de ses travaux et le profit qu'en avaient tiré la Physiologie et la Science médicale, il répondit avec sa bonhomie et sa simplicité habituelles qu'il était profondément touché de ces témoignages d'estime et de sympathie et que, si son

œuvre ne méritait peut-être pas tant d'éloges, il voyait dans cette manifestation une approbation à des projets longtemps mûris et dont la réalisation lui semblait nécessaire au progrès de la Science.

» Le nom de M. Marey est universel. Il est réellement le fondateur de la méthode graphique appliquée à l'étude des fonctions de l'être vivant.

» Il se fit remarquer d'abord par d'ingénieux appareils destinés à l'inscription des pouls et des mouvements du cœur, mettant ainsi en évidence, par des tracés graphiques, le régime normal et les anomalies de la circulation.

» Généralisant ensuite ses méthodes d'exploration, il mit à profit avec une adresse exceptionnelle les ressources de la Mécanique, de l'Électricité et de la Photographie, pour étudier tous les phénomènes mécaniques de la machine vivante, depuis le bourdonnement de l'insecte et le vol des oiseaux, jusqu'aux moindres détails de la locomotion des grands animaux et de l'homme.

» Ce n'était pas, dans sa pensée, une simple analyse abstraite du mécanisme animal et une sorte de curiosité scientifique, mais il était inspiré par l'idée qu'après avoir mis en relief le jeu normal des organes, il pourrait aboutir à une meilleure utilisation des animaux domestiques ou du travail de l'homme dans les professions manuelles.

» Ces travaux le conduisaient à une étude approfondie des relations qui existent entre l'anatomie des organes et leurs fonctions. Une comparaison attentive de la structure des membres dans des espèces voisines et des modifications qu'ils subissent par l'habitude de certains modes d'action, complétée par des expériences directes, l'amenaient à cette formule, en apparence paradoxale : la fonction fait l'organe. Il apportait ainsi un argument expérimental à la théorie célèbre du transformisme.

» Une de ses préoccupations était d'uniformiser les méthodes d'observation en Physiologie, et de rendre les instruments comparables, afin que les résultats obtenus dans tous les pays puissent être ramenés à une commune mesure.

» La Science est, en effet, universelle et il importe que les faits soient établis partout avec la même clarté. Il fit triompher cette grande idée dans différents Congrès et obtint le concours de l'Association internationale des Académies. Son établissement du Parc-des-Princes devint ainsi un centre où les savants étrangers venaient se familiariser avec ses méthodes d'exploration et y faire une comparaison des appareils les plus variés.

» La disparition de M. Marey laissera un grand vide dans l'Académie et dans la Science française. »

La séance est levée en signe de deuil.

M. le **Président** annonce à l'Académie le décès de M. *Williamson*, Correspondant pour la Section de Chimie.

M. **Berthelot** ajoute :

« Williamson a été, il y a un demi-siècle, l'un des promoteurs les plus originaux de la Chimie organique et l'un des savants dont les idées ont été les plus fécondes. Sa théorie de l'éthérification, c'est-à-dire de la transformation de l'alcool éthylique en éther ordinaire, est fondamentale, ainsi que la méthode par laquelle il l'a réalisée et l'interprétation des mécanismes d'équilibre sur lesquels repose la production industrielle de l'éther.

» La notion de l'éther ordinaire envisagé comme dérivé de deux molécules d'alcool a concouru à fixer les notions jusque-là flottantes sur la caractéristique de la molécule organique; et la méthode de double décomposition qu'il a imaginée a permis à Williamson de préparer les éthers mixtes, dérivés de deux alcools différents. Cette conception et cette méthode ont conduit presque aussitôt Gerhardt à sa découverte des anhydrides acides en Chimie organique, et à former de même les anhydrides doubles.

» Le nombre des travaux qui ont découlé de ces idées essentielles est immense, et Williamson a été par là l'un des fondateurs de la Chimie organique, qui a fait depuis et poursuit, chaque jour, des progrès si étonnants, au point de vue de la théorie pure comme des applications profitables à la civilisation humaine. »

M. le **Ministre de l'Instruction publique et des Beaux-Arts** adresse une ampliation du Décret par lequel le Président de la République approuve l'élection que l'Académie a faite de M. *Barrois*, pour remplir, dans la Section de Minéralogie, la place laissée vacante par le décès de M. *Fouqué*.

Il est donné lecture de ce Décret.

Sur l'invitation de M. le Président, M. **Barrois** prend place parmi ses Confrères.

M. le **Président** annonce à l'Académie que, en raison des fêtes de la Pentecôte, la séance du lundi 23 mai est remise au mardi 24.

PHYSIQUE MATHÉMATIQUE. — *Pouvoir refroidissant d'un courant fluide, faiblement conducteur, sur un corps limité en tous sens.* Note de M. **J. Boussinesq.**

« I. On n'a encore que deux variables indépendantes (¹) lorsque le corps est de révolution autour d'un axe parallèle au courant général, et qu'on maintient sa surface à une même température θ_0 le long de chaque parallèle. Ce sont, pour tout point (x, y, z) du fluide, la perpendiculaire r, égale à $\sqrt{x^2+z^2}$, abaissée du point sur l'axe (pris pour celui des y) et la distance y de son pied à l'origine. La relation $\Delta_2\beta = 0$ exprime alors que les filets fluides, orthogonaux aux lignes $\beta = \text{const.}$ dans chaque plan méridien, ont pour équation finie $\alpha = \text{const.}$, si l'on pose

$$(1) \qquad \alpha = \int r\left(\frac{d\beta}{dy}dr - \frac{d\beta}{dr}dy\right) + \text{const.},$$

où nous effectuerons l'intégration de manière que α s'annule sur le *filet central.* Celui-ci coïncide avec l'axe des y jusqu'à la rencontre du corps à son premier pôle, où le filet s'étale en une nappe recouvrant toute la surface. Au second pôle, les filets élémentaires composant la nappe se rejoignent, pour continuer ensemble leur trajet sur l'axe des y. Le paramètre α est positif pour les autres filets fluides. Enfin, toutes les surfaces $\beta = \text{const.}$ interrompues par le corps ont leur paramètre compris entre un minimum β_0 et un maximum β_1, caractérisant les deux d'entre elles qui aboutissent respectivement au premier pôle et au second pôle, où, vu leur normalité au corps, elles présentent un *point conique* infiniment aigu, le seul par lequel le filet central puisse, soit atteindre le corps en s'y divisant, soit le quitter après reconstitution de son unité.

» II. Cela posé, adoptons α et β comme variables, au lieu de r et y.

(¹) Voir le précédent numéro des *Comptes rendus*, p. 1134.

D'après (1), on n'aura plus, comme dans le cas du cylindre, $\Delta_1\alpha = \Delta_1\beta$, ni $\Delta_2\alpha = 0$, mais seulement $\Delta_1\alpha = r\Delta_1\beta$; et $\Delta_2\alpha$ vaudra le double de la dérivée première de β en y. Par suite, l'équation (1) en θ de ma dernière Note, où θ sera fonction de x, y, z par l'intermédiaire de α et β, deviendra

$$(2)\qquad \frac{d\theta}{d\beta} = \frac{K}{CV}\left[r^2\frac{d^2\theta}{d\alpha^2} + \frac{2}{(\Delta_1\beta)^2}\frac{d\beta}{dy}\frac{d\theta}{d\alpha} + \frac{d^2\theta}{d\beta^2}\right].$$

» Cette équation n'est plus, comme quand il s'agissait d'un cylindre, indépendante de la forme du corps. Mais, si le courant est peu conducteur ou que θ soit sensible seulement pour les petites valeurs de α, la dérivée seconde de θ en α prédominera, dans la parenthèse de (2), au point de rendre celle-ci réductible à son premier terme, en même temps que le coefficient r^2 le sera lui-même à sa valeur sur le corps, fonction de β censée connue. Introduisons alors, au lieu de β, la nouvelle variable $\beta' = \int r^2\,d\beta$, croissante de zéro à une certaine valeur β'_1 entre les deux limites $\beta = \beta_0$, $\beta = \beta_1$; et nous aurons encore, en θ, l'équation binome de Fourier,

$$(2\ bis)\qquad \frac{d\theta}{d\beta'} = \frac{K}{CV}\frac{d^2\theta}{d\alpha^2}.$$

Il en résultera donc l'intégrale et la formule, analogues à (7) de ma précédente Note :

$$(3)\quad \theta = \sqrt{\frac{2}{\pi}}\int_0^\infty f\left(\beta' - \frac{CV}{K}\frac{\alpha^2}{2\nu^2}\right)e^{-\frac{\nu^2}{2}}d\nu,\quad \left(\frac{d\theta}{d\alpha}\right)_0 = -2\sqrt{\frac{CV}{\pi K}}\int_0^\infty f'(\beta' - \omega^2)\,d\omega.$$

» La fonction $f(\beta')$ y exprime les températures θ du filet central $\alpha = 0$, savoir les valeurs θ_0, données, entre $\beta' = 0$, $\beta' = \beta'_1$, et des valeurs nulles hors de ces limites.

» III. Le flux de chaleur émis, dans l'unité de temps, par une zone élémentaire $2\pi r\,ds$ de la surface sera le produit de l'aire $2\pi r\,ds$ par $-K\left(\frac{d\theta}{d\alpha}\right)_0\Delta_1\alpha$, savoir $-2\pi K\left(\frac{d\theta}{d\alpha}\right)_0 r^2(\Delta_1\beta)\,ds$, ou $-2\pi K\left(\frac{d\theta}{d\alpha}\right)_0 d\beta'$.

» Intégrons de $\beta' = 0$ à $\beta' = \beta'_1$, après avoir remplacé la dérivée de θ en α par son expression (3); et nous aurons comme chaleur totale soustraite au corps par le courant dans l'unité de temps, en supposant finalement l'uniformité de θ_0 :

$$(4)\quad \text{Pouvoir refroidissant} = 4\sqrt{\pi KCV}\int_0^{\sqrt{\beta'_1}} f(\beta'_1 - \omega^2)\,d\omega = 4\theta_0\sqrt{\pi KCV\beta'_1}.$$

» *Le pouvoir refroidissant est* donc *proportionnel aux racines carrées de la conductibilité* K *du courant, de sa chaleur spécifique* C *par unité de volume, de sa vitesse* V, *et proportionnel aussi à l'excès* θ_0 *de température du corps, en même temps qu'à la racine carrée de l'intégrale* β'_1, *laquelle, pour tous les corps de même forme, orientés de même dans le courant, est en raison directe de leur volume.*

» IV. Quand le corps, de révolution, a pour surface un ellipsoïde, les relations (1), (2), (3) en β de ma précédente Note donnent assez facilement, à une constante près,

$$(5)\quad \beta = y\left[1 + \frac{1}{\mu}\int_{\lambda}^{\infty}\frac{d\lambda}{(a^2+\lambda)(b^2+\lambda)^{\frac{3}{2}}}\right], \qquad \text{avec} \qquad \frac{r^2}{a^2+\lambda}+\frac{y^2}{b^2+\lambda}=1,$$

les demi-axes suivant r et y étant a, b, et la constante μ ayant les trois valeurs respectives

$$(6)\quad \begin{cases} \dfrac{2}{a^2-b^2}\left(-\dfrac{b}{a^2}+\dfrac{1}{\sqrt{a^2-b^2}}\operatorname{arc\,tang}\dfrac{\sqrt{a^2-b^2}}{b}\right), \quad \dfrac{4}{3a^3}, \\ \dfrac{2}{b^2-a^2}\left(\dfrac{b}{a^2}-\dfrac{1}{\sqrt{b^2-a^2}}\log\sqrt{\dfrac{b+\sqrt{b^2-a^2}}{b-\sqrt{b^2-a^2}}}\right), \end{cases}$$

suivant que l'ellipsoïde est *aplati*, *sphérique* ou *allongé*. A la surface, λ s'annule et l'expression (5) de β devient proportionnelle à y; de sorte que $\int r^2 d\beta$ ou β'_1 se calcule comme le volume $\int \pi r^2 dy$ de l'ellipsoïde. Pour la sphère, $\beta'_1 = 2a^3$.

» V. Les formules (3) et (4) s'étendent à un corps quelconque. Pour définir les filets fluides voisins de sa surface, nous considérerons chacun d'eux au point où il coupe une surface $\beta =$ const. déterminée, dite *surface origine*, celle, par exemple, dont la courbe terminale sur le corps a la longueur 2π d'une circonférence de rayon 1; et, $\Delta_1\beta$ prenant en chaque point de cette courbe une certaine valeur, dont i désignera l'inverse, nous appellerons, d'une part, $i\alpha$ la petite perpendiculaire abaissée du filet sur le corps, c'est-à-dire sur la courbe terminale 2π, et, d'autre part, γ l'arc de celle-ci séparant, d'une origine prise arbitrairement sur elle, le pied de la perpendiculaire $i\alpha$. Il est clair que α, γ particulariseront chaque filet, et, si l'on y joint le paramètre β des surfaces d'égal potentiel, variable de $-\infty$ à ∞ le long des filets, on aura trois coordonnées α, β, γ propres à définir tous les points (x, y, z) de l'espace qui entoure le corps,

» Observons encore que les surfaces β interrompues par le corps seront comprises entre deux extrêmes β_0, β_1, l'atteignant par un point conique infiniment aigu, point d'aboutissement sur le corps, pour la première, et de départ du corps, pour la seconde, du *filet central*, qui, entre eux, s'épanouit en une nappe recouvrant toute la surface.

» Cela posé, concevons le faisceau de filets, contigu au solide, dont la section par la surface origine est un petit rectangle, à côtés $d\gamma$, $i\alpha$. Un certain feuillet fluide élémentaire coïncide, à l'époque t, avec ce rectangle; et son contour mobile, que l'on sait devoir garder toujours, vu la continuité des déformations, la forme parallélogramme, décrit évidemment, d'un mouvement presque translatoire à chaque instant, les quatre faces du faisceau. Donc, celui-ci a pour section droite, sur une surface β quelconque, un parallélogramme, ayant comme hauteur la perpendiculaire, n, abaissée du filet (α, γ) sur le corps, et, comme base, l'écartement ε des deux filets à paramètre α nul et à paramètre γ différant, entre les deux, de $d\gamma$. Or, les deux sections normales $n\varepsilon$, $i\alpha d\gamma$ du faisceau sont réciproquement proportionnelles aux vitesses d'écoulement correspondantes (entre elles comme $\Delta_1\beta$ et l'inverse de i), à raison de la conservation du débit des filets, exprimée par l'équation $\Delta_2\beta = 0$. De là résulte, pour apprécier la distance variable n du filet (α, γ) à la surface du corps, la formule $n\varepsilon\Delta_1\beta = \alpha d\gamma$.

» Or, en chaque endroit, les couches du faisceau parallèles à cette surface ont, chacune, une certaine température θ, *rapidement variable* d'une couche à l'autre, ou *suivant une même normale n prolongée;* et $\Delta_2\theta$ est sensiblement la dérivée seconde de θ en n, dérivée que l'on pourra, si l'on veut, prendre, sans faire varier non seulement β, mais même γ, c'est-à-dire le long de l'intersection de la surface β par la face $\gamma = \text{const.}$ du faisceau (pouvant être devenue oblique au corps), pourvu que dn désigne toujours la distance *normale* des couches. Dès lors, le numérateur $d^2\theta$ étant une différentielle partielle en α seul, dans cette dérivée seconde de θ, on pourra écrire celle-ci $\frac{d^2\theta}{d\alpha^2}\left(\frac{d\alpha}{dn}\right)^2$ et y remplacer la dérivée de α en n par sa valeur tirée de la formule donnée ci-dessus pour n. On aura donc

$$\Delta_2\theta = (\Delta_1\beta)^2\left(\frac{\varepsilon}{d\gamma}\right)^2\frac{d^2\theta}{d\alpha^2}.$$

» VI. Telle sera la valeur approchée de $\Delta_2\theta$, à substituer dans l'équation (1) en θ de ma Note précédente. D'autre part, le premier membre de

la même équation est le produit, par la vitesse $\Delta_1\beta$ (au facteur V près), de la dérivée de θ suivant le filet (α, γ) lui-même, ou prise, sans faire varier ni α, ni γ, le long d'un chemin, ds, quotient de $d\beta$ par $\Delta_1\beta$. Ainsi, ce premier membre s'écrit $(\Delta_1\beta)^2\frac{d\theta}{d\beta}$; et il suffit de poser $\beta' = \int\left(\frac{\varepsilon}{d\gamma}\right)^2 d\beta$ (en intégrant à partir de β_0, ce qui donne une fonction β' de β et de γ, à calculer au préalable d'après la forme des filets), pour que l'équation obtenue en θ devienne exactement la même que ci-dessus, c'est-à-dire (2 *bis*).

» On aura, par suite, les formules, analogues à (3),

$$(7)\quad \theta = \sqrt{\frac{2}{\pi}}\int_0^\infty f\left(\beta' - \frac{CV}{K}\frac{\alpha^2}{2\nu^2}, \gamma\right)e^{-\frac{\nu^2}{2}}d\nu, \qquad \left(\frac{d\theta}{d\alpha}\right)_0 = -2\sqrt{\frac{CV}{\pi K}}\int_0^\infty \frac{df(\beta' - \omega^2, \gamma)}{d\beta'}d\omega,$$

où $f(\beta', \gamma)$ désigne les températures θ du filet central, c'est-à-dire les valeurs θ_0, censées connues en β' et γ, entre les limites o et β'_1 (correspondant à β_0 et β_1) où le filet est épanoui, mais des valeurs nulles en dehors de ces limites.

» Enfin, le flux de chaleur par unité de temps, à travers un élément plan $\varepsilon\, ds$ de la bande du corps couverte par le faisceau considéré, sera le produit de cet élément par $-K\frac{d\theta}{dn}$ ou $-K\left(\frac{d\theta}{d\alpha}\right)_0\frac{\varepsilon\Delta_1\beta}{d\gamma}$, produit égal à $-K\left(\frac{d\theta}{d\alpha}\right)_0\left(\frac{\varepsilon}{d\gamma}\right)^2 d\beta\, d\gamma$ ou à $-K\left(\frac{d\theta}{d\alpha}\right)_0 d\beta'\, d\gamma$. Pour toute la bande, ce sera l'intégrale en β' de cette expression, entre les limites o, β'_1, dont la seconde sera une fonction déterminée de γ. Et il faudra intégrer enfin le résultat, par rapport à γ, de $\gamma = 0$ à $\gamma = 2\pi$, pour avoir la chaleur totale enlevée au corps par le fluide dans l'unité de temps. A raison de la valeur (7) de la dérivée de θ en α, il viendra donc, si l'on suppose finalement θ_0 uniforme :

$$(8)\quad \left\{\begin{aligned} \text{Pouvoir refroidissant} &= 2\sqrt{\frac{KCV}{\pi}}\int_0^{2\pi}d\gamma\int_0^{\sqrt{\beta'_1}} f(\beta'_1 - \omega^2, \gamma)\, d\omega \\ &= 2\theta_0\sqrt{\frac{KCV}{\pi}}\int_0^{2\pi}\sqrt{\beta'_1}\, d\gamma. \end{aligned}\right.$$

» C'est, finalement, la formule (4), à cela près que le facteur $\sqrt{\beta'_1}$ s'y trouve remplacé par la moyenne de ses valeurs relatives aux divers filets fluides ruisselant sur le corps. Il est clair que, pour tous les corps de même forme et orientés de la même manière dans le courant, cette moyenne est en raison directe de la racine carrée du volume.

» Donc, les lois de proportionnalité énoncées après la formule (4), pour les corps de révolution, s'appliquent à un corps quelconque ([1]). »

CHIMIE MINÉRALE. — *Sur l'électrolyse du chlorure de calcium.* Note de M. **Henri Moissan.**

« Dans une Note précédente ([2]) nous avons indiqué que, par l'électrolyse d'un mélange de chlorure et de fluorure de calcium fondus au moyen

---

([1]) Dans le cas d'un ellipsoïde à trois axes inégaux $2a$, $2b$, $2c$ suivant les x, y, z, les équations (1), (2), (3) en β de ma précédente Note conduisent à prendre

$$\beta = lx\left(1 - \frac{1}{aA}\frac{dI}{da}\right) + my\left(1 - \frac{1}{bB}\frac{dI}{db}\right) + nz\left(1 - \frac{1}{cC}\frac{dI}{dc}\right),$$

où $$I = \int_\lambda^\infty \frac{d\lambda}{\sqrt{(a^2+\lambda)(b^2+\lambda)(c^2+\lambda)}}, \quad \text{avec} \quad \frac{x^2}{a^2+\lambda} + \frac{y^2}{b^2+\lambda} + \frac{z^2}{c^2+\lambda} = 1,$$

et $$(A, B, C) = \frac{2}{abc} + \frac{1}{(a, b, c)}\frac{d}{d(a, b, c)}\int_0^\infty \frac{d\lambda}{\sqrt{(a^2+\lambda)(b^2+\lambda)(c^2+\lambda)}}.$$

A la surface, $\lambda = 0$ et il vient

$$\beta = \frac{2}{abc}\left(\frac{lx}{A} + \frac{my}{B} + \frac{nz}{C}\right),$$

expression linéaire en x, y, z; de sorte que, si l'on suppose l'ellipsoïde convenablement placé, les courbes d'égal potentiel y sont les lignes de niveau et, par suite, les filets fluides, celles de plus grande pente.

Mais bornons-nous à l'hypothèse d'un courant dirigé suivant un axe, celui des z, par exemple; ce qui donne β proportionnel à z et, pour lignes de pente, les courbes $y = \nu x^k$, avec ν comme paramètre et k égal au quotient de a^2 par b^2. L'écart ε des deux lignes à paramètres ν, $\nu + \delta\nu$ sera $\frac{x^{k+1}\delta\nu}{\sqrt{x^2 + k^2\nu^2 x^{2k}}}$; et comme, d'autre part, $d\beta$, proportionnel à dz, s'exprime aisément en x et dx, le calcul de β', ou, ce qui revient au même, celui de $\int \varepsilon^2 d\beta$, se trouvent ramenés, si l'on pose $x^2 = \xi$, à l'intégration de la différentielle trinome $\frac{\xi^k d\xi}{\sqrt{a^2 - \xi - k\nu^2\xi^k}}$. En formant l'expression du pouvoir refroidissant, j'ai reconnu que son calcul complet dépendrait de celui de l'intégrale double

$$\int_0 \eta^k d\eta \int_0^{\frac{\pi}{2}} \frac{(\sin^2\varphi + k\cos^2\varphi)^{\frac{3}{2}}}{\sqrt{1 - \eta\sin^2\varphi - \eta^k\cos^2\varphi}} d\varphi.$$

([2]) H. Moissan, *Sur un nouveau mode de formation du carbure de calcium* (*Comptes rendus*, t. CXXXVIII, 14 mars 1904, p. 661).

d'une électrode en charbon, on obtenait un mélange de calcium métallique et de carbure de calcium. M. Bullier a adressé, à ce sujet, une réclamation de priorité ([1]), faisant remarquer qu'il avait étudié cette question antérieurement et qu'il avait pris un brevet pour un procédé de préparation électrolytique des carbures ou acétylures des métaux alcalins ou alcalino-terreux. Dans ce brevet, M. Bullier dit expressément : « Je revendique, » par la présente demande, le procédé de préparation électrolytique des » carbures et acétylures des métaux alcalins et alcalino-terreux, consistant » à soumettre à l'action du courant un bain en fusion contenant un chlo- » rure ou un sel haloïde du métal dont on veut obtenir les carbures addi- » tionnés de carbone et de l'oxyde ou d'un sel dudit métal. »

» Nous ne connaissions pas les travaux de M. Bullier, sans quoi nous les aurions cités, mais nous tenons à faire remarquer que nos expériences sont très différentes de celles de M. Bullier; nous avons démontré qu'il ne se produisait, dans ces conditions, qu'une très petite quantité de carbure de calcium et, bien qu'en opérant avec une électrode en charbon, une certaine quantité de calcium était mise en liberté. Nous avons pu séparer ce calcium. Or, ce fait était inattendu, car nous supposions qu'à la température de 650°, où se faisait notre électrolyse, le métal alcalino-terreux, devenu libre, devait donner naissance à un sous-chlorure. C'est, en effet, ce qui se produit, ainsi que nous l'avons établi précédemment, lorsque l'on fait réagir le calcium sur le chlorure ou sur l'iodure de calcium fondu ([2]).

» Nous avons tenu à répéter quelques expériences d'électrolyse, en ajoutant, au chlorure de calcium, un mélange d'oxyde et de charbon dans les proportions indiquées par M. Bullier. Nous avons pris 150^{g} de chlorure de calcium, 15^{g} de chaux et 8^{g} de coke de pétrole en poudre fine et, après fusion, nous avons électrolysé ce mélange pendant 2 heures 30 minutes avec un courant de 15^{amp} sous 110^{volts}. L'électrolyse marche très irrégulièrement et la résistance opposée par le bain présente de grandes variations. Le bain ne fond qu'à la température de 740°; il reste pâteux, puis le charbon nage bientôt à la surface et la chaux tombe au fond.

» A la fin de l'expérience, la partie inférieure de la masse solidifiée, mise en présence de l'eau, ne donne que de l'hydrogène. Parfois cet hy-

---

([1]) BULLIER, *Sur un nouveau mode de formation du carbure de calcium* (*Comptes rendus*, t. CXXXVIII, 11 avril 1904, p. 904).

([2]) H. MOISSAN, *Recherches sur le calcium et ses composés* (*Annales de Chimie et de Physique*, 7e série, t. XVIII, 1899, p. 289).

drogène contient des traces d'acétylène absorbables par le sous-chlorure de cuivre ammoniacal. La combustion eudiométrique indique aussi que le gaz obtenu ne renfermait pas de carbure d'hydrogène. 4g de cette substance ont donné 47cm³ de gaz.

» La partie supérieure du culot de chlorure de calcium nous a donné, pour 8g de matière, 40cm³ de gaz, renfermant de 30 à 37 pour 100 d'acétylène. Le gaz restant était de l'hydrogène.

» Cette expérience, répétée plusieurs fois, nous a toujours donné des résultats comparables. L'addition de la chaux au chlorure de calcium diminue notablement son point de fusion et sa conductibilité. Elle paraît jouer ici, dans ce bain fondu, dans lequel elle ne se dissout pas complètement, un rôle analogue à celui qu'elle fournit avec l'argile, dont elle diminue beaucoup la plasticité.

» En somme, nos expériences diffèrent de celles de M. Bullier : 1° parce que nous avons un bain liquide facilement électrolysable; 2° parce qu'il se produit, même en présence du charbon, plus de calcium que de carbure.

» Dans nos premières expériences nous avons électrolysé un mélange de chlorure et de fluorure de calcium et nous ferons remarquer en terminant que M. Bullier ne paraît pas avoir utilisé un semblable bain, puisque l'addition du 28 décembre 1895 (brevet 252808) et portant pour titre : *Perfectionnement apporté à la fabrication des métaux alcalino-terreux et terreux*, s'adresse au procédé de préparation qui consiste à chauffer, sous l'action de l'arc électrique, un mélange de chaux et de charbon et non pas à son brevet 248670 du 4 juillet 1895 et portant pour titre : *Procédé de préparation électrolytique des carbures des métaux alcalins et alcalino-terreux*. »

MÉCANIQUE. — *Effet des petites oscillations de la température sur un système affecté d'hystérésis et de viscosité*. Note de M. **P. Duhem**.

« Nous avons étudié précédemment ([1]) l'effet exercé par de petites oscillations de l'action extérieure sur un système affecté à la fois d'hystérésis et de viscosité; mais nous avions supposé que la température fût

([1]) *Sur les propriétés des systèmes affectés à la fois d'hystérésis et de viscosité* (*Comptes rendus*, t. CXXXVIII, séance du 18 avril 1904, p. 942). — *Effet des petites oscillations de l'action extérieure sur les systèmes affectés d'hystérésis et de viscosité* (*Comptes rendus*, t. CXXXVIII, séance du 2 mai 1904, p. 1075).

maintenue rigoureusement constante. Cette circonstance nous permettait de donner à nos raisonnements une forme géométrique et, aussi, une certitude dont ils ne sont plus susceptibles lorsque la température T subit de petites variations au voisinage d'une valeur invariable T_0. Dans ce cas, les raisonnements doivent prendre une forme algébrique.

» L'action totale étant

$$(1) \qquad Z = X - \varphi(x, T)x',$$

les transformations du système dépendent de l'équation

$$(2) \qquad \frac{dZ}{dt} = \frac{d}{dt}\frac{\partial \mathfrak{F}(x, T)}{\partial x} + f(x, Z, T)\left|\frac{dx}{dt}\right|.$$

Cette relation donne, pour $\varphi(x, T)\frac{d^2x}{dt^2}$, une valeur qui est déterminée lorsque l'on connaît $\frac{dx}{dt}$, $\frac{dX}{dt}$, $\frac{dT}{dt}$, et qui est du même ordre de grandeur que ces quantités. Si ces quantités sont finies, $\frac{d^2x}{dt^2}$ est fini, pourvu que le coefficient de viscosité $\varphi(x, T)$ ne soit pas très petit.

» Supposons, dès lors, que X, T subissent, au voisinage de valeurs constantes X_0, T_0, des variations très petites et très nombreuses, de telle sorte que $\frac{dX}{dt}$, $\frac{dT}{dt}$ demeurent finis; peut-il arriver que x' change de signe à des intervalles de temps très rapprochés? x' variant d'une manière continue avec t, cette quantité devrait s'annuler à des intervalles de temps très rapprochés; et, comme $\frac{d^2x}{dt^2}$ ne peut être très grand, x' resterait toujours très voisin de 0.

» Ainsi, *pour que la vitesse de transformation x' puisse prendre une valeur finie, il faut qu'elle garde pendant un temps fini un signe invariable.*

» Considérons un tel temps et supposons que le signe invariable de x' soit le signe +. L'équation (2) donne alors

$$(3) \qquad dZ = d\frac{\partial \mathfrak{F}}{\partial x} + f(x, T, Z)\,dx.$$

» Posons

$$(4) \qquad \zeta = Z - \frac{\partial}{\partial x}\mathfrak{F}(x, T),$$

$$(5) \qquad \varphi(x, T, \zeta) = f(x, T, Z).$$

» L'équation (3) deviendra

$$d\zeta = \varphi(x, T, \zeta)\,dx \tag{6}$$

ou bien

$$d\zeta = \varphi(x, T_0, \zeta)\,dx + \varepsilon\,dx, \tag{7}$$

ε étant une quantité extrêmement petite de l'ordre de $(T - T_0)$.

» En vertu de cette égalité (7), *nous admettrons, sans qu'il nous soit possible de le démontrer rigoureusement,* que la valeur de ζ relative à un tracé complet déterminé est toujours infiniment voisine d'une certaine intégrale $z(x, T_0)$ de l'équation différentielle

$$dz = \varphi(x, T_0, z)\,dx. \tag{8}$$

» Comparons diverses transformations du même système; en toutes, le système est supposé partir du même état initial avec la même valeur initiale de x'; mais de l'une à l'autre, on fait varier la loi selon laquelle X, T oscillent autour de X_0, T_0; à chacune de ces transformations correspond, dans l'espace des (x, T, Z), un *tracé complet* différent; mais tous ces tracés sont issus du même point et, pour tous, la valeur initiale des ζ est la même. Dès lors, à une valeur donnée de x correspond, sur tous ces tracés, une même valeur de z.

» Or, ζ est toujours infiniment voisin de z et, selon sa définition (4), ζ ne diffère que par des termes de l'ordre de $(T - T_0)$ et de $(X - X_0)$ de

$$X_0 - \frac{\partial \mathcal{F}(x, T_0)}{\partial x} - \varphi(x, T_0)x'.$$

Cette dernière quantité prend donc sensiblement la même valeur sur nos divers tracés complets lorsque x y prend la même valeur.

» D'ailleurs, $X_0 - \frac{\partial \mathcal{F}(x, T_0)}{\partial x}$ ne dépend que de x. Si donc $\varphi(x, T_0)$ n'est pas très petit, à une même valeur de x correspond, sur tous nos tracés complets, sensiblement la même valeur de x'. *Notre système se transforme avec une vitesse qui demeure sensiblement la même, quelle que soit la loi suivant laquelle la température et l'action extérieure oscillent au voisinage des valeurs fixes* T_0, X_0; *en particulier, il se transforme sensiblement avec la même vitesse que si la température et l'action extérieure demeuraient invariables.*

» En réunissant ce résultat à celui que nous avons établi au commencement de cette Note, nous obtenons la proposition suivante : *Les petites*

oscillations de l'action extérieure et de la température n'ont aucune influence appréciable sur les transformations d'un système lorsque le coefficient de viscosité de ce système est grand par rapport aux amplitudes de ces oscillations.

» Cette proposition s'applique immédiatement aux recherches de M. L. Marchis sur le déplacement du point 0° du thermomètre à mercure et de M. H. Chevallier sur les variations de la résistance électrique de l'alliage platine-argent; ces auteurs ont pu mettre en évidence l'influence que de petites oscillations de la température exercent sur la vitesse de transformation de ces systèmes; c'est donc que l'action de viscosité joue, en ces systèmes, un rôle négligeable; comme, d'ailleurs, il en est de même de l'action d'inertie, on peut appliquer aux déplacements du point 0° du thermomètre à mercure et aux variations de résistance électrique de l'alliage platine-argent toutes les lois de la Statique des systèmes affectés d'hystérésis. On sait que ces lois ont permis à M. L. Marchis (1) de donner une analyse très détaillée des effets si compliqués que les variations de la température exercent sur le volume du réservoir thermométrique.

» Les expériences dont nous parlons montrent que le coefficient de viscosité est très petit, au sein des systèmes étudiés, *à partir d'une certaine température;* en général, ce coefficient diminue lorsque la température s'élève; il pourrait donc se faire que, dans les systèmes étudiés par M. Marchis et par M. Chevallier, le coefficient de viscosité ne fût pas négligeable à basse température et que les effets observés à basse température en dépendissent.

» En outre, ces systèmes dépendent non d'une seule variable affectée d'hystérésis, mais de deux telles variables au moins; de là, des complications qui nécessiteront un nouvel examen. »

NOMINATIONS.

L'Académie procède, par la voie du scrutin, à la nomination de Commissions de prix chargées de juger les concours de l'année 1904.

Le dépouillement du scrutin donne les résultats suivants :

Prix Jérôme Ponti, Trémont, Gegner, Lannelongue. — MM. Mascart, Troost, Darboux, Berthelot, Maurice Levy, Bornet.

(1) L. Marchis, *Les modifications permanentes du verre et le déplacement du zéro des thermomètres* (*Mémoires de la Soc. des Sc. phys. et nat. de Bordeaux*, 5e série, t. IV, 1898, p. 67).

Prix Wilde. — MM. Maurice Levy, de Lapparent, Mascart, Berthelot, Darboux, Troost, Lœwy.

Prix Houllevigue. — MM. Mascart, Berthelot, Darboux, Troost, Poincaré, Maurice Levy, Émile Picard.

Prix Saintour. — MM. Berthelot, Mascart, Darboux, Troost, Poincaré, Moissan, Gaudry.

Prix Montyon (Statistique). — MM. Haton de la Goupillière, Laussedat, de Freycinet, Alfred Picard, Brouardel, Rouché, Carnot.

Prix J.-J. Berger. — MM. Alfred Picard, Berthelot, Brouardel, Maurice Levy, Darboux, Mascart, Troost.

L'Académie procède, par la voie du scrutin, à la formation d'une liste de deux candidats qui devra être présentée à M. le Ministre de l'Instruction publique, pour une place d'Astronome titulaire vacante à l'Observatoire.

Au premier tour de scrutin, destiné à la désignation du premier candidat, le nombre des votants étant 46,

M. Hamy	obtient	40 suffrages
M. Boquet	»	3 »
M. Renan	»	3 »

Au second tour de scrutin, destiné à la désignation du second candidat, le nombre des votants étant 39,

M. Renan	obtient	28 suffrages
M. Boquet	»	11 »

En conséquence, la liste présentée à M. le Ministre de l'Instruction publique comprendra :

En première ligne	M. **Hamy**
En seconde ligne	M. **Renan**

CORRESPONDANCE.

M. le **Secrétaire perpétuel** présente une brochure ayant pour titre : « Instruction sur les Paratonnerres adoptée par l'Académie des Sciences. Instructions ou Rapports de 1784, 1823, 1854, 1867 et 1903 ».

MÉCANIQUE APPLIQUÉE. — *Recherches relatives à la résistance de l'air au moyen d'un nouvel appareil appelé* balance dynamométrique. Note de M. **Ch. Renard**, présentée par M. Maurice Levy.

« Les *balances dynamométriques* sont des machines employées depuis plusieurs années à l'Établissement de Chalais pour l'exécution de mesures précises relatives à la résistance de l'air. Elles peuvent être *simples* ou *doubles*.

» La balance *simple* permet seulement de déterminer la valeur du moment résistant d'un appareil tournant dans l'air autour d'un axe de symétrie. La balance *double* permet de mesurer simultanément le moment résistant d'une hélice ou d'un groupe symétrique de surfaces obliques et la *poussée* de ce système, c'est-à-dire l'effort exercé dans la direction de l'axe de rotation. Cet appareil a été surtout employé pour l'étude des hélices dont nous avons communiqué les principaux résultats à l'Académie des Sciences (*Comptes rendus*, 23 novembre et 7 décembre 1903).

» *Balance dynamométrique simple*. — La figure 1 représente le schéma d'une balance dynamométrique simple montée pour mesurer la résistance d'un groupe de sphères et la figure 2 la photographie d'une balance de 1 kilowatt sur laquelle est monté un moulinet dynamométrique (*Comptes rendus*, 2 mai 1904).

» L'appareil est une véritable balance dont la sensibilité peut être réglée par le déplacement du poids Q (*fig.* 1). Les oscillations sont amorties au moyen d'un plan P oscillant dans une cuve à eau ou à huile C.

» Sur le fléau de la balance est monté tout un équipage mécanique oscillant avec lui. Cet équipage comprend un moteur électrique recevant son courant par deux fils plongeant dans deux godets de mercure. Ce moteur actionne, par des engrenages qu'on peut changer suivant les besoins, le système symétrique tournant dans l'air dont on veut déterminer la résistance. Une aiguille a mobile sur un cadran permet de ramener l'appareil au zéro d'une graduation soit au repos, soit pendant l'expérience.

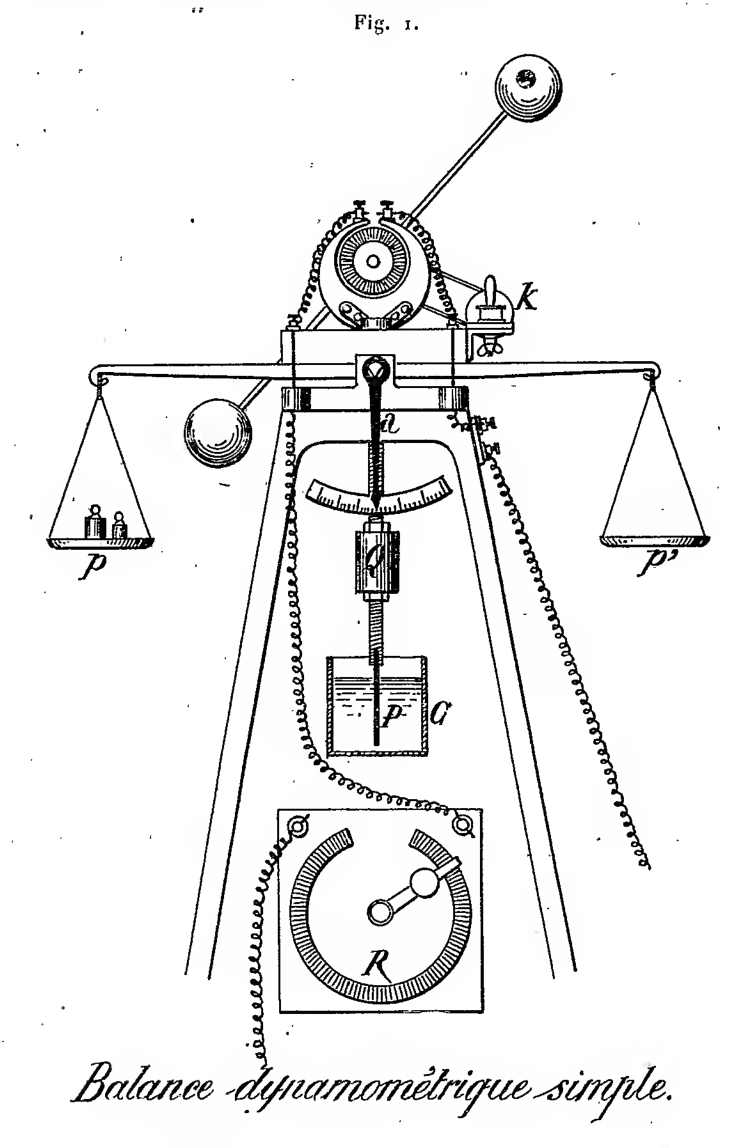
» Une résistance R, en forme d'anneau Gramme et sensiblement continue, permet de faire varier l'intensité du courant.

» S'il s'agit de mesurer un moment résistant, on équilibre l'appareil au repos en amenant l'aiguille à zéro au moyen de poids ou de grenaille placés dans l'un des plateaux p, p'. On donne ensuite le courant, le moteur lance le système résistant qui prend bientôt un mouvement uniforme de rotation. L'équilibre de la balance est dé-

truit et tout l'ensemble ne peut être maintenu dans sa position initiale que si on lui applique un moment égal et contraire au moment de réaction de l'air sur l'appareil mobile.

» On obtient ce résultat en plaçant des poids dans l'un des plateaux de la balance (p, par exemple), de façon à ramener l'aiguille a au zéro.

Fig. 1.



Balance dynamométrique simple.

» Le moment de ce poids par rapport à l'axe d'oscillation, dont le bras de levier est connu, est égal nécessairement au moment résistant qu'il s'agit de mesurer.

» On remarquera que cette méthode élimine tous les frottements intérieurs du mécanisme et qu'on établit une égalité rigoureuse dans les limites de précision de la balance entre le moment à mesurer et le moment du poids placé sur le plateau.

» Aussi les résultats obtenus avec cet appareil sont-ils d'une régularité remarquable; des mesures, séparées par plusieurs années, ont donné des résultats identiques en ramenant, bien entendu, ces résultats à une même valeur du poids spécifique de l'air.

Fig. 2.

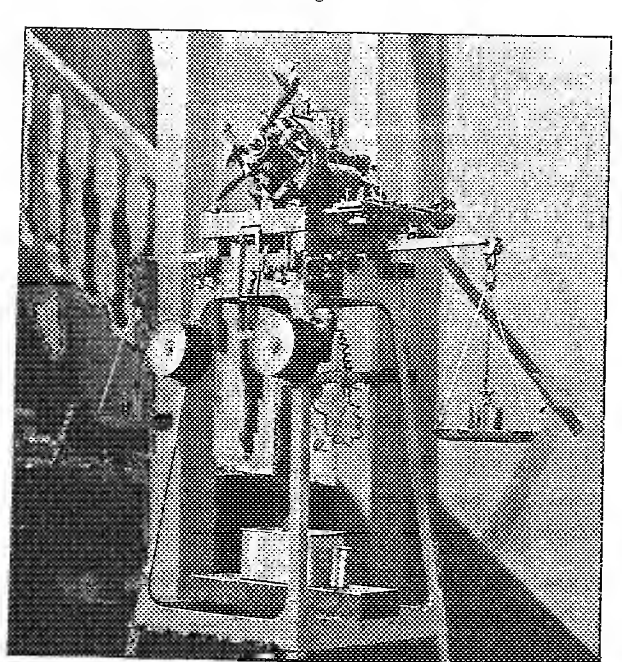
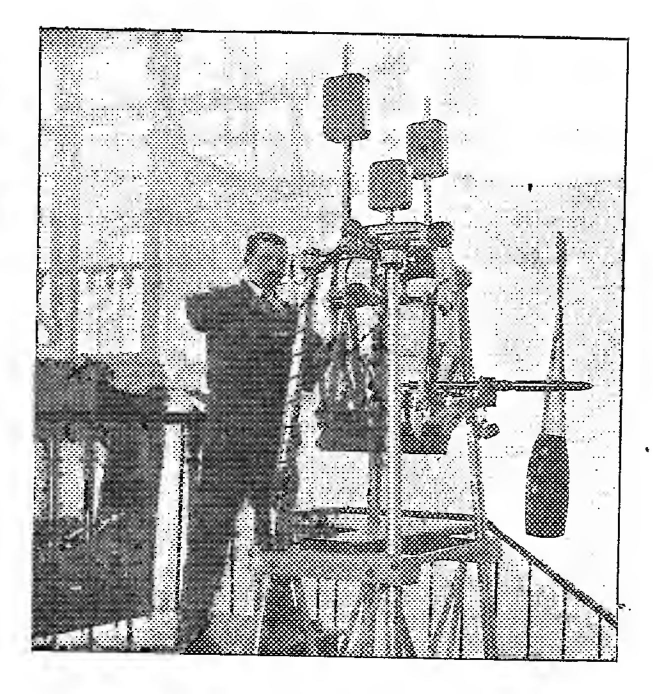


Fig. 3.



» En pratique, on place d'avance un poids dans le plateau p et l'on fait varier le courant au moyen de *la résistance continue* jusqu'à ce qu'il soit juste soulevé. L'opération est ainsi plus facile et plus précise.

» La vitesse angulaire est mesurée au moyen d'un compteur de tours débrayable k.

» C'est cet appareil qui nous a permis de tarer les moulinets dynamométriques. Il a été aussi utilisé pour des mesures comparatives de résistances de carènes aériennes simples de diverses formes (plans minces, sphères,

carènes fusiformes, cylindres transversaux, etc.). Nous ferons connaître prochainement les résultats numériques de ces mesures.

» *Balance dynamométrique double.* — La balance double comprend un équipage identique à celui de la balance simple, mais cet équipage est suspendu à la cardan autour de deux axes perpendiculaires, le premier est parallèle à l'axe de rotation, le second lui est perpendiculaire. Tous deux sont horizontaux, deux cadrans et deux aiguilles permettent le retour au zéro dans les deux sens. La balance double a été surtout employée à l'étude des hélices, elle permet la mesure simultanée de leur moment résistant et de leur poussée *à point fixe*. C'est au moyen de cet appareil que nous avons déterminé les coefficients numériques que nous avons fait connaître à l'Académie.

» La figure 3 est une vue de la balance dynamométrique double du laboratoire de Chalais, équipée pour l'étude d'une hélice de 1m de diamètre.

» Moyennant des modifications de détail les appareils que nous venons de décrire pourraient être appliqués aux recherches relatives à la résistance de l'eau (carènes, hélices, etc.). »

PHYSIQUE. — *Sur le rôle des rayons N dans les changements de visibilité des surfaces faiblement éclairées.* Note de M. JEAN BECQUEREL.

« On sait que lorsque les rayons N tombent sur une surface faiblement éclairée que l'on regarde *normalement*, les contours de cette surface ou d'un objet opaque interposé devant elle se précisent et, en même temps, la luminosité paraît augmenter.

» D'autre part, ce même aspect, caractérisé surtout par une netteté plus grande des contours, s'observe encore quand on fait agir les rayons N, non plus sur la surface éclairée, mais directement sur la rétine ou sur certains centres nerveux.

» Cette identité entre les phénomènes observés lorsque les rayons N agissent, soit sur une source lumineuse, soit sur le sens de la vision m'a conduit à penser que le mode d'action des rayons N était peut-être le même dans tous les cas : le rôle des rayons N serait alors non pas d'augmenter réellement la quantité de lumière émise normalement par la source lumineuse, mais d'accroître la sensibilité de la vision.

» Cette manière de voir a conduit à faire l'expérience suivante :

» Entre les yeux et l'écran détecteur des rayons N, formé par exemple d'une croix de sulfure de calcium phosphorescent, on interpose une cuve

à faces parallèles remplie d'eau distillée. Dans ces conditions, les lignes lumineuses formant la croix cessent de paraître sensibles à l'action des rayons N, au point qu'il devient impossible de discerner si l'écran est ou n'est pas soumis à ces rayons. Ainsi, en examinant les centres nerveux, qui sont une source intense de rayons, on ne peut plus retrouver sur la boîte cranienne les scissures cérébrales, ni localiser aucun centre actif.

» Au contraire, si l'on remplace l'eau distillée par de l'eau salée qui est, comme on le sait, transparente pour les rayons N et qui de plus les emmagasine, les variations de netteté et de luminosité de la croix phosphorescente s'observent au travers de la cuve, et même, bien que l'éclat du sulfure soit moindre après interposition de la couche liquide, ces variations sont très légèrement renforcées par l'eau salée.

» Cette expérience permet d'interpréter de la façon suivante le rôle joué par les rayons N dans ces phénomènes.

» Les rayons N ne produiraient pas de changement dans l'intensité des rayons lumineux émis par le sulfure de calcium. La substance phosphorescente absorbe certains rayons N et restitue des rayons N, qui ont peut-être d'ailleurs une longueur d'onde un peu plus grande que celle des rayons absorbés, conformément à la loi de Stokes. Ces rayons N émanés de l'écran de sulfure de calcium, susceptibles d'être arrêtés par l'eau distillée et non par l'eau salée, accompagneraient les rayons lumineux jusque sur la rétine sur laquelle ils se concentreraient avec eux, provoquant ainsi sur la partie où se forme l'image de la tache lumineuse, et peut-être même dans les parties voisines, un accroissement local de sensibilité de la vision. L'impression résultante serait une augmentation de netteté des contours plus encore qu'une augmentation de luminosité. On s'expliquerait ainsi pourquoi l'écran sensible prend le même aspect que dans le cas où la source de rayons N elle-même est approchée de l'œil; dans ce dernier cas tous les objets sont vus plus nettement parce que la rétine tout entière est excitée par les rayons N.

» Il semble probable que ce mode d'action observé sur le sulfure de calcium est général, et que toute surface faiblement éclairée, telle qu'une feuille de papier, une aiguille d'acier ou une plaque métallique réfléchissant la lumière, emmagasine des rayons N qui viennent agir sur la rétine.

» On sait que tous ces phénomènes d'emmagasinement par le sulfure de calcium d'une part, d'action sur l'œil d'autre part, ne se produisent pas instantanément; et, dans l'expérience qui vient d'être décrite, l'on observe, en interposant et en enlevant brusquement l'écran d'eau distillée ou d'eau

salée, divers phénomènes de retard dont le détail ne saurait trouver place dans la présente Note.

» Tous ces phénomènes peuvent, je crois, expliquer pourquoi certains dispositifs n'ont pas permis d'observer les rayons N. Tout d'abord on doit remarquer que, si la vue de l'observateur ne lui permet pas de regarder l'écran lumineux sans faire usage de verres ou d'appareils d'optique, il ne faudrait cependant pas interposer une trop grande épaisseur de verre, et il importe surtout que les verres ne soient pas humides.

» Les expériences photométriques destinées à comparer la luminosité de deux surfaces voisines, dont l'une est soumise à l'action des rayons N, sont nécessairement très difficiles à réaliser. En effet, les images des deux surfaces se faisant toutes deux dans une même région de la rétine impressionnée par les rayons N émanés de l'une d'elles, il devient presque impossible de voir une différence entre les deux surfaces lumineuses, tant au point de vue de la luminosité que de la netteté des contours.

» Il résulte de ces expériences et de ces considérations que le changement de netteté et de luminosité des surfaces faiblement éclairées soumises à l'action des rayons N est vraisemblablement attribuable au moins en majeure partie à une variation de sensibilité de la vision provenant des rayons N directement envoyés par ces surfaces, et non à une variation appréciable de la lumière émise. »

ÉLECTRICITÉ. — *Explication des colorations diverses que présente un même tube à gaz raréfié.* Note de M. **H. Pellat**, présentée par M. Lippmann.

« Dans une précédente Communication ([1]), j'ai montré par une expérience décisive que la luminescence du gaz dans un tube de Geissler était due, même pour la colonne anodique, aux chocs des corpuscules négatifs et non à ceux des ions positifs, conformément, du reste, à l'hypothèse de J.-J. Thomson. En partant de ce fait, on peut expliquer facilement les divers aspects que prend la décharge dans un tube à gaz raréfié et, en particulier, les strates. C'est à J.-J. Thomson qu'est due cette explication ([2]); elle paraît tout à fait satisfaisante dans ses grandes lignes; pourtant elle me semble devoir être modifiée et complétée en quelques points ([3]).

([1]) *Comptes rendus*, 22 février 1904.

([2]) J.-J. Thomson, *Conduction of electricity through gases*, 1903, p. 479-492.

([3]) En particulier, je crois que l'explication donnée par Thomson de l'espace obscur

J.-J. Thomson insiste, après d'autres, sur la similitude d'aspect de la gaine cathodique et des strates. La gaine cathodique ne diffère guère des strates qu'en deux points : le premier est sa plus grande longueur, ce qui est parfaitement expliqué par Thomson ; le second est la couleur parfois très différente; ce point a été laissé de côté par le savant anglais. C'est l'explication de cette différence dans la coloration qui fera l'objet de cette Note, et qui me forcera à modifier un peu sa théorie.

» La coloration différente de la gaine cathodique et de la colonne anodique, si tranchée parfois, comme dans les tubes à azote, ne tient pas à un spectre entièrement différent, mais simplement à un changement dans la valeur relative des intensités de certaines raies ou de certaines bandes; on peut, en effet, passer graduellement d'un spectre à l'autre par des procédés que nous indiquons plus loin.

» C'est un fait d'expérience que, toutes les fois que les corpuscules sont, au moment du choc avec une molécule du gaz, animés d'une très grande vitesse, la couleur de la luminescence est celle de la gaine cathodique, caractérisée dans le cas de l'azote par un grand éclat de certaines radiations violettes, tandis que, pour une vitesse relativement faible des corpuscules au moment du choc, mais suffisante toutefois pour produire la luminescence, la couleur est celle de la colonne anodique. On peut le voir par les expériences suivantes :

» Si la portion du tube qui contient la colonne anodique présente une partie étroite, le champ électrique y acquiert une valeur plus grande que dans les parties larges du tube, d'où une plus grande vitesse possédée par un assez grand nombre de corpuscules au moment du choc, et la couleur se rapproche de celle de la gaine cathodique, au point qu'on a dit qu'un étranglement dans un tube produisait l'effet d'une cathode.

» Lorsqu'on dévie par un champ magnétique disposé perpendiculairement au tube le faisceau anodique, celui-ci se resserre en un mince filet le long de la paroi du verre, si le champ est assez faible pour que les phénomènes de magnétofriction ne se produisent pas; on obtient ainsi l'équivalent du rétrécissement du tube, le champ électrique devient intense dans ce filet et celui-ci prend la couleur de la gaine cathodique. En faisant varier l'intensité du champ magnétique depuis zéro jusqu'à la valeur qui donne un filet très étroit, on voit graduellement le spectre se modifier, par variation d'intensité des raies, depuis celui fourni par la colonne anodique ordinaire jusqu'à celui fourni par la gaine cathodique, ou à peu près.

» Ceci posé, j'admets que, lorsqu'un corpuscule a frappé une molécule gazeuse, il perd la force vive dont il est animé, et devient incapable de provoquer la luminescence en rencontrant une autre molécule avant d'avoir repris, sous l'influence du champ électrique, une vitesse mini-

---

de Crookes doit être complètement modifiée. C'est un point sur lequel je compte revenir prochainement.

mum v à partir de laquelle son choc peut déterminer la luminescence du gaz. De même, les corpuscules (*secondaires*) mis en liberté par l'ionisation de la molécule gazeuse au moment où elle est frappée, comme l'admet Thomson, naissent sans vitesse notable et doivent, sous l'influence du champ, acquérir au moins la vitesse v pour être capables d'exciter la luminescence par leur choc sur une molécule de gaz.

» Ce point admis, la couleur différente de la gaine cathodique et de la colonne anodique s'explique facilement. Les corpuscules *primaires* qui naissent sur la cathode ou dans le voisinage immédiat de celle-ci sont soumis au champ électrique extrêmement intense qui, comme le montre l'expérience, règne à une faible distance de la cathode. Sous l'influence de ce champ, ils prennent, avant de rencontrer une molécule gazeuse, une vitesse considérable V, bien supérieure à v. Les molécules gazeuses qui sont rencontrées par ces corpuscules doués de grande vitesse donnent naissance à une luminescence de la couleur caractéristique des chocs intenses; celle-ci constitue la gaine cathodique. Forte du côté de la cathode, l'intensité lumineuse va en s'affaiblissant à mesure qu'on s'en éloigne, car le nombre des corpuscules qui n'a encore rencontré aucune molécule va en diminuant de plus en plus, et la gaine cesse quand il n'en reste plus. Aussi cesse-t-elle d'autant plus vite que le gaz est plus dense. Mais on voit que la couleur de la gaine doit être la même partout à son intérieur, puisque la vitesse des corpuscules est partout du même ordre de grandeur V; tandis que, dans l'explication de J.-J. Thomson, on ne comprend pas qu'il puisse en être ainsi, car il attribue la luminosité de la gaine au choc des corpuscules secondaires. Sous l'influence du champ électrique, très faible dans la gaine et qui ne reprend de valeur notable qu'au delà de son extrémité, en général, les corpuscules primaires ou secondaires prennent une certaine vitesse qui, dès qu'elle atteint la valeur v, leur permet de produire par leur choc la luminescence du gaz. Mais celle-ci, résultant d'un choc à une vitesse relativement faible, a la couleur correspondante : c'est le commencement de la colonne anodique. Tout le reste de la colonne s'explique de même; les chocs ayant lieu avec des vitesses qui dépassent peu v, la luminescence a partout la même couleur, qui peut être très différente de celle de la gaine cathodique, qui correspond à une vitesse V.

» Les autres particularités de l'aspect des tubes (strates plus ou moins rapprochées, plus ou moins nettement séparées, gaine cathodique parfois noyée par son extrémité dans la colonne anodique, etc.) s'expliquent très aisément, comme je me propose de le montrer dans un Mémoire d'ensemble sur ce sujet. »

ÉLECTRICITÉ. — *Sur l'état microscopique des pôles et les spectres des décharges.* Note de M. B. Éginitis, présentée par M. J. Violle.

« 1. Quand les étincelles jaillissent, l'aspect microscopique des pôles n'est pas le même pour tous les métaux. Ainsi, l'état des pôles de manga-

nèse, de fer, de platine, de nickel est très différent de celui des pôles de plomb, d'aluminium, d'étain, etc.

» Les bouts des pôles, constitués de métaux de la première catégorie, sont ornés de points brillants, qui se ramassent surtout sur les arêtes ou les sommets des pôles. Ainsi, avec des pôles prismatiques à base carrée, les points brillants forment des lignes droites tout le long des arêtes qui sont en même temps liées par des courbes régulières formées aussi de points brillants.

» Les métaux de l'autre série ne présentent pas de points pareils et les étincelles, dans ce cas, paraissent jaillir d'un point unique ou d'une partie restreinte des pôles.

» Avec quelques métaux de la deuxième série (plomb, étain, etc.) on voit apparaître des gouttes, qui proviennent de la fusion du métal et qui disparaissent subitement, si les étincelles jaillissent sur elles. Dans le cas du plomb (pôles prismatiques à base plane rectangulaire, disposés horizontalement) nous avons remarqué une fois le phénomène suivant : Pendant la décharge, quelques gouttes s'étaient formées à la partie inférieure de la base. Ces gouttes, après avoir atteint un diamètre de 3^{μ} environ, s'étaient mises en mouvement *ascendant*, l'aspect qu'elles présentaient pendant cette ascension étant exactement semblable à celui des gouttes d'eau descendant le long d'un mur. Elles disparurent enfin avec un bruit très aigu, quand elles arrivèrent là où les étincelles jaillissaient.

» 2. Les photographies des pôles, prises avec un très fort grossissement, incitent à penser que chacun des points brillants est un centre d'émission de vapeurs incandescentes. On dirait que ces points sont de véritables cratères microscopiques, disséminés sur une longueur qui varie avec la nature des pôles, leur forme, leur distance, la self-induction du circuit, etc.

» En augmentant la self-induction du circuit de décharge, le nombre des points brillants augmente jusqu'à une certaine limite, pour diminuer ensuite très vite. Cependant, l'intensité du spectre diminue au commencement, tandis que la température des pôles augmente. Quand l'un des pôles est plus chauffé que l'autre, c'est lui qui s'orne de quelques-uns de ces cratères, tandis que sur l'autre on n'en distingue pas.

» La plupart des métaux dont le spectre est plus ou moins renforcé par l'augmentation de la self-induction présentent ce phénomène des points brillants, la température des pôles de ces métaux augmentant énormément avec les petites valeurs de la self-induction.

» 3. Les variations de l'état des pôles que l'on distingue au microscope, quand la self-induction augmente, peuvent être provoquées par d'autres moyens.

» Quand on élève artificiellement la température des pôles, le nombre des points brillants augmente de plus en plus, comme si l'on avait augmenté la self-induction du circuit de décharge. En même temps, les phénomènes lumineux des étincelles subissent

les variations qui correspondent aux premières variations de la self-induction. Au contraire, le refroidissement des pôles est accompagné de phénomènes inverses. Il est donc probable que l'augmentation du nombre des points est due à l'élévation de la température des pôles qui provient de l'augmentation de la self-induction du circuit.

» Quand les bobines de self-induction sont munies de noyaux métalliques l'état des pôles subit des variations semblables à celles des phénomènes lumineux et calorifiques des étincelles ([1]). »

PHYSICO-CHIMIE. — *Sur la densité des solutions salines aqueuses considérée comme propriété additive des ions et sur l'existence de quelques ions hydratés.* Note de M. **P. Vaillant**, présentée par M. J. Violle.

« Soient, à t°, s_0 la densité de l'eau, s celle d'une solution aqueuse contenant par litre n éq.-gr. d'un corps d'équivalent E. Soient k le nombre d'équivalents d'eau fixés sur chaque équivalent du corps dissous, φ le volume par éq.-gr. de l'hydrate dans la solution, N le nombre d'équivalents d'eau par litre de solution. On a

$$(1) \qquad \frac{E + k \times 9}{s_0} - \varphi = \frac{1000\left(\frac{s}{s_0} - 1\right)}{n} = A.$$

» k, φ et A sont fonctions de t et de n. Toutefois, l'expérience montre qu'en ce qui concerne les solutions aqueuses des électrolytes, A varie relativement peu ($\frac{1}{10}$ de sa valeur environ) dans les limites où la densité de ces solutions est connue.

» Le but de la présente Note est de montrer qu'on peut, au moins approximativement, considérer A, dans le cas des solutions électrolytiques, comme la somme de deux modules caractéristiques de chacun des deux ions.

» Les A ont été calculés sur des valeurs de n voisines de l'unité, des valeurs de t comprises entre 15° et 20°, d'après les Tableaux de Kremers, Gerlach, Kohlrausch, etc.

» Comme les densités sont généralement mal connues, les A sont nécessairement assez grossièrement approchés et l'on reste en deçà des limites d'erreur en substituant à la formule (1) la suivante :

$$(2) \qquad E + k \times 9 - \varphi = 1000\,\frac{s - s_0}{n} = A.$$

([1]) L'influence d'un noyau de cuivre est plus grande que celle d'un noyau semblable de laiton.

» Nicol avait déjà observé que les différences $A_{MI} - A_{MCl}$, A_{MBr} A_{MCl} sont sensiblement indépendantes du métal alcalin M. Cette loi s'applique également aux autres sels halogénés, ainsi qu'il ressort des quelques chiffres suivants :

Cathions :	C.	Na.	Li.	Am.	$\frac{1}{2}$ Ba.	$\frac{1}{2}$ Sr.	$\frac{1}{2}$ Ca.	$\frac{1}{2}$ Mg.	$\frac{1}{2}$ Cd.	$\frac{1}{2}$ Zn.	Valeur moyenne.
$(\Delta A)_{Cl}^{B}$....	36,5	36,8	36,5	»	32,5	35,3	37,4	35,6	34,3	37,2	35,8
$(\Delta A)_{Cl}^{I}$....	72,8	72,6	73,3	74,9	73,7	71,5	71,9	73,8	71,9	72,6	72,9

» Si l'on forme les quotients des ΔA moyens par les ΔE correspondants (ΔE différence des éq.-gr.) on trouve :

$$\left(\frac{\Delta A}{\Delta E}\right)_{Cl}^{Br} = 0,805, \qquad \left(\frac{\Delta A}{\Delta E}\right)_{Cl}^{I} = 0,798,$$

ce qui conduit naturellement à l'hypothèse que les A caractéristiques des ions Cl, Br, I sont proportionnels à leurs équivalents, le rapport de proportionnalité étant 0,8 environ.

» Cette hypothèse est presque justifiée par le fait suivant : si l'on calcule la valeur de A_{Br} dans une solution de brome à 1,95 pour 100 on trouve $A_{Br} = 64,6$ et par suite

$$\left(\frac{A}{E}\right)_{Br} = 0,808.$$

» En partant de cette hypothèse, on calcule pour A_{Cl} la valeur :

$$A_{Cl} = 0,8 \times 35,5 = 28,4,$$

de laquelle on peut déduire les A correspondant à l'anion R ou au cathion M par les relations :

$$A_R = (\Delta A)_{Cl}^{R} + 28,4,$$
$$A_M = A_{MCl} \quad - 28,4.$$

» Le calcul, effectué sur les différents sels dont la densité en solution aqueuse est connue, donne pour un ion déterminé des valeurs de A toujours assez voisines, mais qui s'écartent d'autant plus de la valeur moyenne que le sel considéré est plus hydraté, ainsi qu'il ressort des quelques exemples suivants :

Cathions.	K.	Na.	Li.	Am.	$Ba^{\frac{1}{2}}$.	$Sr^{\frac{1}{2}}$.	$Ca^{\frac{1}{2}}$.	$Mg^{\frac{1}{2}}$.	$Cd^{\frac{1}{2}}$.	$Zn^{\frac{1}{2}}$.	$Mn^{\frac{1}{2}}$.	$Ni^{\frac{1}{2}}$.	$Co^{\frac{1}{2}}$.	$Cu^{\frac{1}{2}}$.	$Pb^{\frac{1}{2}}$.	$(Fe^2)^{\frac{1}{6}}$.	Moy.
A_{AzO^3}.....	44,2	43,9	»	44,7	42,5	43,9	46,4	45,5	45,6	48,2	»	43,5	43,7	42,4	»	47,8	45,8
$A_{(SO^4)^{\frac{1}{2}}}$....	49,3	49,5	52,5	49,0	»	»	»	48,6	48,3	43,5	40,7	44,8	»	48,8	»	»	47,2
$A_{C^2H^3O^2}$ ...	31,7	31,2	»	»	31,5	30,7	»	»	»	»	»	»	»	»	31,1	»	31,2
A_{OH}......	28,8	28,7	30,1	»	27,6	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	28,8

» Dans le Tableau suivant, on a rassemblé les valeurs moyennes de A relatives aux différents ions et l'on en a rapproché les équivalents E correspondants :

Anions.	OH.	F.	Cy.	Cl.	Br.	I.	AzO^3.	ClO^3.	$C^2H^3O^2$.	$(SO^4)^{\frac{1}{2}}$.	$(CrO^4)^{\frac{1}{2}}$.	$(CO^3)^{\frac{1}{2}}$.	$S^{\frac{1}{2}}$.	$(C^2O^4)^{\frac{1}{2}}$.	$(C^4H^4O^6)^{\frac{1}{2}}$.	$(FeCy^6)^{\frac{1}{4}}$.
A..	28,8	28,2	13,4	28,4	64,3	101,4	45,8	59,1	31,2	47,2	56,9	41,4	26,2	42,7	52,8	49,8
E..	17	19	26	35,5	80	126,9	62	83,4	59,0	48	58	30	16	44	74	53
$\frac{A}{E}$..	1,82	1,48	0,53	0,80	0,80	0,80	0,74	0,71	0,53	0,98	0,98	1,38	1,64	0,97	0,73	0,94

Cathions.	Li.	Am.	K.	Na.	Ag.	$Ba^{\frac{1}{2}}$.	$Sr^{\frac{1}{2}}$.	$Ca^{\frac{1}{2}}$.	$Mg^{\frac{1}{2}}$.	$Cd^{\frac{1}{2}}$.	$Zn^{\frac{1}{2}}$.	$Fe^{\frac{1}{2}}$.	$Mn^{\frac{1}{2}}$.	$Ni^{\frac{1}{2}}$.	$Co^{\frac{1}{2}}$.	$Cu^{\frac{1}{2}}$.	$Pb^{\frac{1}{2}}$.	$Sn^{\frac{1}{2}}$.	$Al^{\frac{1}{3}}$.	$Hg^{\frac{1}{2}}$.	$Pt^{\frac{1}{4}}$.
A......	—4,4	—10	18,5	12,3	96,4	61,0	39,8	16,3	10,8	50,0	32,3	23,1	24,3	31,1	31,7	32,3	98,3	44,2	13,6	88,2	45,9
E......	7	18	39,1	23,0	107,9	63,7	43,8	20	12,2	56	32,7	28	27,5	29,4	29,4	31,8	103,5	59,5	13,5	100	48,7
$\frac{A}{E}$......	—0,63	—0,56	0,50	0,53	0,89	0,95	0,90	0,82	0,88	0,89	0,98	0,83	0,88	1,04	1,07	1,01	0,95	0,75	0,84	0,88	0,94

» Pour l'hydrogène, on a pour A deux séries de valeurs suivant qu'il s'agit d'acides minéraux ou organiques :

Anions.	Cl.	Br.	I	AzO^3.	$\frac{1}{2}SO^4$	Moyenne.	CH^3CO^2.	$(C^2O^4)^{\frac{1}{2}}$.	$(C^4H^4O^6)^{\frac{1}{2}}$.	Moyenne.
A_H.......	—10,8	—9,3	—10,5	—10,6	—10,7	—10,4	—22,6	—21,4	—20,6	—31,5

» Les résultats qui précèdent s'interprètent commodément dans les hypothèses suivantes :

» 1° Dans la formation d'un électrolyte, l'union des deux ions se fait sans contraction appréciable;

» 2° En général les ions sont anhydres ($k = 0$). Les ions plurivalents ont un volume $E - A$ très petit et une densité $\frac{E}{E-A}$ très grande; les anions monovalents ont une densité voisine de 5, les cathions monovalents une densité voisine de 2. Toutefois H, Li et Am font exception et ont une densité inférieure à l'unité, environ $\frac{1}{11}$ pour le premier, $\frac{2}{3}$ pour Li et Am.

» 3° Pour certains anions OH, F, $S^{\frac{1}{2}}$, $(CO^3)^{\frac{1}{2}}$, $E - A$ est manifestement négatif. Comme l'hypothèse d'un volume négatif ne peut être admise, on est conduit à supposer, pour ces ions particuliers, $k \neq 0$.

» Le Tableau suivant montre que cette hypothèse permet d'ailleurs de ramener le cas particulier au cas général :

Anions :	OH.	F.	$S^{\frac{1}{2}}$.	$(CO^3)^{\frac{1}{2}}$.
k........	2	2	1	1
$\frac{A}{E}$........	0,82	0,76	1,05	1,06

» On peut expliquer l'hydratation des ions considérés en remarquant que O et S ont, en dehors de 2 valences énergiques, 2 valences faibles qui peuvent intervenir dans la formation des hydrates, conformément aux schémas :

$$\begin{matrix}H\\H\end{matrix}\!\!>\!O = O\!<\!\!\begin{matrix}H\\ \ \end{matrix}, \qquad \begin{matrix}H\\H\end{matrix}\!\!>\!O = S\!<, \qquad \begin{matrix}H\\H\end{matrix}\!\!>\!\dot{O} = O = C\!<\!\!\begin{matrix}O-\\O-\end{matrix}$$

et que F monovalent peut également jouer le rôle trivalent dans la chaîne :

$$\begin{matrix}H\\H\end{matrix}\!\!>\!O = F-.$$

» Au surplus, dans l'hypothèse faite, OH aurait pour volume 6,2; d'autre part,

dans les acides minéraux, H a pour volume 11,4. La somme 17,6 correspond bien, dans l'ordre des erreurs, au volume moléculaire de l'eau 18. »

CHIMIE PHYSIQUE. — *Nouvelle méthode pour la détermination exacte du poids moléculaire des gaz permanents; poids atomiques de l'hydrogène, du carbone et de l'azote.* Note de M. **Ph.-A. Guye**.

« Au cours d'études numériques sur l'équation des fluides ([1]), M. Friderich et moi avons établi que l'équation de M. Van der Waals conduit à la relation

$$V_m(1+a)(1-b)=R, \tag{1}$$

dans laquelle V_m représente le volume d'une molécule-gramme à 0° et sous 1^{atm}, a et b les deux constantes de l'équation des fluides rapportée au volume-unité, et R la constante des gaz parfaits dont nous avons fixé la valeur à 22410^{cm^3} (système centimètre cube-atmosphère), et pour laquelle j'adopte aujourd'hui le nombre 22410,4.

» Nous avions montré qu'en fait les valeurs de R fournies par le premier membre de la relation (1) ne se confondent pas rigoureusement avec le nombre 22410,4, mais oscillent entre 22412 et 22420 pour les gaz H_2, N_2, O_2, CO. Nous avions attribué les écarts aux imperfections de l'équation de M. Van der Waals; on sait en effet que les coefficients a et b déduits des éléments critiques ne sont pas rigoureusement constants dans toute l'étendue de l'état gazeux.

» En cherchant quelle correction on peut apporter à la relation (1) pour l'utiliser en vue de la détermination exacte du poids moléculaire déduit d'une densité gazeuse, j'ai constaté que pour les gaz dits *permanents* (dont la température critique est au-dessous de zéro) il suffit de la remplacer par la suivante

$$V_m(1+a)(1-b)=R+mT_c \tag{2}$$

pour satisfaire rigoureusement aux valeurs des poids moléculaires tels qu'ils sont déduits des poids atomiques établis avec le plus de certitude. Le coefficient m a une valeur unique égale à 0,08473; la correction mT_c étant toujours très petite, on peut généralement prendre $m=0,085$.

([1]) Ph.-A. Guye et L. Friderich, *Arch. Sc. ph. et nat. de Genève*, 4e série, t. IX, p. 505, et t. XIII, p. 559.

» Cela revient à dire que la relation (1) ne serait satisfaite que par un gaz dont la température critique se confondrait avec le zéro absolu.

» Pour la détermination des poids moléculaires déduits des densités gazeuses, l'expression (2) peut s'écrire

$$M = \frac{L}{1000} \frac{R + mT_c}{(1+a)(1-b)}, \tag{3}$$

qui peut être remplacée avec une exactitude suffisante par

$$M = \frac{L}{1000} \frac{R + mT_c}{1+a-b}. \tag{4}$$

» M est le poids moléculaire cherché; L le poids en grammes d'un litre normal de gaz (à 0° sous 1^{atm}, au niveau de la mer, latitude de 45°). Les éléments a et b se déduisent des valeurs T_c et p_c par la méthode de calcul indiquée dans le Mémoire en collaboration avec M. Friderich (*loc. cit.*, p. 517). $R = 22410,4$ et $m = 0,08473$ ou 0,085.

» On trouvera dans le Tableau I ci-après les données relatives à la vérification de la formule (4). Les poids L sont ceux trouvés par M. Morley pour H_2 et O_2 (valeurs recalculées, *Comptes rendus*, t. CXXXVIII, p. 1034), par lord Rayleigh pour Az_2 et CO.

» Les éléments critiques servant au calcul de a et de b sont :

Gaz.	T_c.	p_c. (atm.)	
Hydrogène	32	19,4	(Dewar)
Oxygène	154,2	50,8	(Olzewski)
Azote	128	33,6	(Wroblewski, 1885)
Oxyde de carbone	133,5	35,5	(Olzewski)

» Les poids moléculaires sont donnés dans le système O = 16.

Tableau I.

Gaz	H_2.	O_2.	N_2.	CO.
L	0,089875	1,42886	1,2505	1,2504
$R + mT_c$	22413,1	22423,5	22421,2	22421,6
$a \times 10^5$	28,8	266	284	284
$b \times 10^5$	73,7	139	177	166
M	2,0153	32,000	28,008	28,003

» On déduit de ces chiffres les valeurs des poids atomiques des éléments H, O, N, C, consignées au Tableau II en même temps que les valeurs anté-

rieures, notamment celles de M. Leduc [1] (états correspondants), de M. D. Berthelot [2] et de lord Rayleigh [3] (densités limites).

TABLEAU II.

Poids atomiques.	Valeurs antérieures.
H = 1,00765...	1,0075 (D. B.) 1,00764 (Morley, valeur recalculée, *loc. cit.*).
O = 16,000....	base.
N = 14,004....	14,005 (L.) 14,000 à 14,007 (D. B.) 14,005 (G. et F.) 14,009 (R.)
C = 12,003....	12,000 à 12,007 (D. B.) 12,006 (R.)

» On remarquera la concordance des résultats obtenus par les méthodes physico-chimiques, notamment pour le poids atomique de l'azote qui est cependant en désaccord absolu avec la valeur fixée par Stas pour cet élément (14,057).

» Afin de préciser la limite des écarts possibles, on a encore calculé le poids atomique de l'azote en prenant la valeur de L déduite des expériences de M. Leduc (1,2503 corr.), et les éléments critiques déterminés par M. Olzewski ($T_c = 127$, $p_c = 33$, $a \times 10^5 = 276$, $b \times 10^5 = 176$), ce qui conduit au système suivant de valeurs :

TABLEAU III.

N = 14,004	à partir de	L (Rayleigh)	et *a*, *b* (W.)
N = 14,002	»	» L (Leduc)	et *a*, *b* (W.)
N = 14,005	»	» L (Rayleigh)	et *a*, *b* (O.)
N = 14,003	»	» L (Leduc)	et *a*, *b* (O.)

La moyenne est N = 14,004.

» Cette moyenne confirme la valeur 14,005 précédemment adoptée par M. Friderich et moi. Dans les limites de précision qui caractérisent la détermination de la densité de l'azote, le poids atomique de cet élément, déduit des méthodes physico-chimiques, ne semble donc pas dépasser 14,01. Diverses recherches entreprises dans mon laboratoire, qui seront prochainement publiées, justifient cette conclusion. »

---

(1) A. LEDUC, *Comptes rendus*, t. CXXV, 1897, p. 299; *Ann. de Chim. et Phys.*, 7e série, t. XV, p. 54.

(2) D. BERTHELOT, *Journal de Physique*, 3e série, t. VIII, 1899, p. 272.

(3) Lord RAYLEIGH, *Royal Society*, 11 février 1904; voir *Revue générale des Sciences*, t. XV, 1904, p. 421.

CHIMIE MINÉRALE. — *Sur la préparation et les propriétés de l'acide hypophosphoreux*. Note de M. C. **Marie**, présentée par M. H. Moissan.

« La préparation indiquée par Thomsen (*Ber.*, t. VII, 1874, p. 994) présente un certain nombre d'inconvénients qui m'ont amené à la modifier de la manière suivante :

» *Première méthode.* — On part de l'hypophosphite de baryum purifié par précipitation de sa solution aqueuse au moyen de l'alcool. Pour 250^g de sel dissous dans 1^l d'eau bouillante, il faut environ 1200^{cm^3} d'alcool, et l'on précipite ainsi 70 pour 100 de l'hypophosphite employé. La poudre cristalline obtenue et séchée à l'air est dissoute dans l'eau bouillante (300^g pour 2^l) et additionnée d'un léger excès d'acide sulfurique étendu et bouillant. Le sulfate de baryte se dépose rapidement; on le sépare et l'on termine la précipitation exacte de la liqueur en se servant de deux solutions étendues et équivalentes d'acide et de sel de baryum. La limite est atteinte quand deux prises d'essai du liquide clair précipitent également par un excès de l'un ou de l'autre réactif. On concentre alors rapidement à l'ébullition, jusqu'à ce que la dissolution contienne environ 25 pour 100 d'acide. A ce moment, on filtre pour séparer une petite quantité de sulfate de baryte qui était restée dissoute et s'est reprécipitée pendant la concentration. On termine alors dans le vide à 80°-90°, en remplaçant la rentrée d'air usuelle par une rentrée de CO^2. On arrête la concentration quand le produit ne varie plus sensiblement de poids. L'acide ainsi préparé se prend facilement en masse dans un mélange réfrigérant. Il fond de 12° à 15°.

» *Deuxième méthode.* — On peut également partir, pour préparer cet acide, de l'hypophosphite de soude qui est son sel le plus usuel. Pour cela, on le pulvérise finement et on le sèche soigneusement à 100°; on l'introduit alors dans un ballon sec, puis, en refroidissant, on verse lentement la quantité théorique d'acide sulfurique aussi concentré que possible. Quand tout l'acide est ajouté on abandonne le produit à lui-même pendant 2 jours; le mélange se liquéfie presque complètement. Au bout de ce temps, on traite par un excès d'alcool absolu (environ 2^l pour 300^g de sel), on agite et l'on filtre le sulfate de soude à la trompe. La solution alcoolique obtenue ne contient pas d'acide sulfurique quand on a opéré avec soin; elle ne contient comme impureté que $\frac{2}{1000}$ ou $\frac{3}{1000}$ de sodium calculé en chlorure. Par concentration, d'abord à la pression ordinaire, puis dans le vide, elle fournit également l'acide cristallisable.

» Propriétés de l'acide hypophosphoreux. — *a. Point de fusion.* — Ayant eu à préparer de grandes quantités de cet acide, j'ai pu le purifier par cristallisation fractionnée et même, profitant de journées froides, filtrer à la trompe les cristaux et les laisser sécher plusieurs jours sur l'anhydride phosphorique. J'ai pu ainsi faire monter le point de fusion graduellement jusqu'à 26°,5; ce point de fusion était pris en opérant sur

toute la masse du produit. J'ai vérifié, par l'analyse qualitative et quantitative, que l'acide ainsi purifié ne contenait qu'une trace de PO^3H^3.

» *b. Décomposition par la chaleur.* — Cette décomposition est représentée dans tous les traités classiques par l'équation

$$2PO^2H^3 = PO^4H^3 + PH^3.$$

» Diverses remarques m'ayant fait douter de l'exactitude de cette réaction, j'ai repris l'étude de cette décomposition et j'ai observé qu'elle s'effectuait en réalité en deux phases.

» Dans une première phase, la décomposition, nette dès 100°, s'effectue rapidement vers 130°-140°, puis le départ de PH^3 cesse et la perte, qui atteint alors 18 pour 100 environ, correspond par suite sensiblement à l'équation

$$3PO^2H^3 = 2PO^3H^3 + PH^3 \quad \text{(perte 17,17 pour 100)},$$

alors que la réaction classique exigerait 25,85. J'ai d'ailleurs vérifié quantitativement cette équation en transformant l'acide phosphoreux en phosphite de plomb et en dosant le PH^3 par entraînement dans une colonne à brome et précipitation ultérieure à l'état de phosphate ammoniaco-magnésien.

» La perte un peu forte, 18 pour 100 au lieu de 17,17, correspond à la déshydratation partielle de PO^3H^3 avec formation d'acide pyrophosphoreux. On constate, en effet, qu'un tube desséchant placé sur le trajet des gaz augmente de poids.

» Au delà de 140°, vers 160°-170°, l'acide phosphoreux se décompose à son tour en acide phosphorique et hydrogène phosphoré. »

CHIMIE MINÉRALE. — *Sur un tartrate chromeux cristallisé.* Note de M. G. Baugé, présentée par M. Henri Moissan.

« Dans le but d'obtenir une combinaison d'acide tartrique et de protoxyde de chrome, nous avons fait réagir les tartrates de potassium ou d'ammonium en solution concentrée sur l'acétate de protoxyde de chrome préparé par la méthode de M. H. Moissan [1] et encore humide. Dans ces conditions, il ne se produit à froid aucune réaction. En portant le mélange à l'ébullition, on obtient une solution bleu céleste se détruisant rapidement avec dégagement gazeux et oxydation.

» *Préparation du tartrate chromeux.* — L'appareil dont nous nous sommes servi sera décrit dans le Mémoire que nous donnerons aux *Annales*.

---

[1] H. Moissan, *Préparation et propriétés des sels de protoxyde de chrome* (*Ann. de Chim. et de Phys.*, 5e série, t. XXV, 1882, p. 401).

» Dans cet appareil rempli d'acide carbonique, l'acétate chromeux lavé et encore humide est mis en contact avec une solution bouillie froide de $\frac{1}{3}$ d'acide tartrique. L'acétate chromeux disparaît rapidement et le liquide prend une belle teinte bleue. La fiole conique est alors placée dans une solution bouillante saturée de chlorure de sodium : il ne tarde pas à se déposer une poudre bleue en même temps qu'il distille un mélange d'acide acétique et de vapeur d'eau ([1]). Quand le précipité n'augmente plus, l'appareil est abandonné au refroidissement puis relié au tube filtrant. Dès que ce dernier est plein de gaz carbonique, on retire la baguette de verre puis, par le jeu des tubes de la fiole, on y fait passer, en agitant, le précipité ainsi que ses eaux mères. La baguette de verre est ensuite remise en place, le courant gazeux adapté directement sur le tube filtrant et la trompe mise en action. Dans ces conditions, la filtration est accélérée par la pression du gaz et l'aspiration. Aussitôt que les eaux mères sont entièrement filtrées, on arrête l'aspiration, on enlève la baguette de verre et, à l'aide d'un entonnoir à douille longue et d'un diamètre inférieur à celui de la baguette, on introduit de l'eau bouillie froide saturée d'acide carbonique; l'appareil est refermé et l'aspiration rétablie. Il faut, en renouvelant les mêmes manœuvres, laver le précipité jusqu'à ce que le tampon de coton soit redevenu bien blanc; il suffit ensuite, après le dernier lavage, de sécher le sel; pour cela, on remplit deux fois l'appareil d'alcool à 90°, deux fois d'alcool absolu et enfin deux fois d'éther anhydre. Après l'écoulement de l'éther, on supprime l'aspiration et l'on place l'appareil toujours traversé par un courant d'acide carbonique au-dessus d'un récipient contenant de l'eau en ébullition, jusqu'à parfaite disparition de vapeur d'éther. Il suffit ensuite de placer ce composé froid dans des tubes pleins de gaz carbonique.

» *Propriétés.* — Ce sel est une poudre de couleur bleu pâle; au microscope il se présente sous la forme de cristaux prismatiques. Sa densité à 15° C. est 2,33. Il est insoluble dans l'eau bouillie froide ou bouillante, de même que dans l'eau saturée de gaz carbonique.

» Placé dans l'air à la température ordinaire, il s'oxyde peu à peu en devenant vert. Abandonné au sein de l'eau aérée, il s'oxyde lentement en fournissant une liqueur limpide et violette. Le chlore sec, sans action sur lui à froid, le décompose en sesquioxyde et charbon par la plus petite élévation de température.

» L'hydrogène sulfuré sec ne l'attaque qu'au voisinage du rouge sombre, avec formation de sulfure noir et dégagement d'hydrogène. Dans les gaz hydrogène, chlorhydrique, sulfureux, ammoniacal et carbonique secs, il se détruit vers le rouge sombre avec formation de sesquioxyde vert.

» Les acides chlorhydrique, sulfurique ou phosphorique, concentrés ou étendus, sont sans action sur lui à froid; à chaud ils le dissolvent en donnant des solutions bleues. Les acides tartrique, acétique concentré, ou acétique étendu, ne l'attaquent pas à froid; à l'ébullition, on obtient une solution bleue avec l'acide tartrique, et une

---

(1) Cet entraînement d'acide acétique a déjà été utilisé par M. H. Moissan pour préparer l'oxalate chromeux (*Ann. de Chim. et de Phys.*, 5e série, t. XXV, 1882).

solution rouge ou un précipité d'acétate chromeux avec l'acide acétique étendu, ce dernier acide, concentré, étant sans action dans les mêmes conditions.

» La potasse aqueuse donne un précipité brun. L'ammoniaque liquide le dissout rapidement à froid avec production d'une liqueur bleue se décomposant de suite en donnant un dépôt de sesquioxyde de chrome. Si l'on fait bouillir, le sesquioxyde se dissout avec production de liqueur verte limpide.

» La baryte et la chaux en suspension dans l'eau n'ont d'action ni à froid ni à l'ébullition.

» Le tartrate chromeux réduit rapidement à froid la solution d'azotate d'argent ammoniacal. L'azotate neutre n'est, dans ces conditions, décomposé que beaucoup plus lentement.

» Le tartrate chromeux mis à l'abri de l'oxygène de l'air en contact avec une solution concentrée de carbonate de potassium, de sodium ou d'ammonium, se convertit rapidement à froid en un carbonate double du protoxyde de chrome ([1]). Si l'on porte à l'ébullition le mélange, on constate que le carbonate double, foncé en couleur, reprend sa couleur primitive par le refroidissement et reste inaltéré; il ne se forme donc pas, dans ces conditions, d'oxyde salin de chrome ([2]). Nous nous sommes assuré que les tartrates alcalins empêchaient la décomposition des carbonates doubles avec formation d'oxyde salin. Cependant, si l'on opère en liqueur très diluée et renfermant une forte proportion de carbonate alcalin par rapport au tartrate mis en œuvre, on constate que l'oxyde salin se forme facilement et que la réaction est quantitative. Nous avons utilisé cette propriété pour déterminer la composition du tartrate.

» *Analyse du tartrate chromeux.* — Nous avons décomposé le tartrate chromeux par une solution bouillante de carbonate de potassium et le carbonate double formé se décompose bientôt en donnant un précipité d'oxyde salin qui, par calcination, fournit du sesquioxyde de chrome.

» Les résultats obtenus sont les suivants :

	I.	II.	III.	Théorie pour 100.
Cr	26,15	25,90	25,92	26
$C^4H^6O^6$	74,90	74,96	75,10	75

» D'autre part, nous avons chauffé dans un courant d'oxygène le tartrate placé dans une nacelle, puis fait passer les gaz produits sur une colonne d'oxyde de cuivre chauffée au rouge et recueilli l'eau et le gaz acide carbonique formés dans des tubes à ponce sulfurique et à potasse, le sesquioxyde de chrome restant dans la nacelle.

» Nous avons obtenu :

	I.	II.	III.	Théorie pour 100.
C.............	23,93	24,10	24,05	24
H.............	1,99	1,97	2,02	2
Cr............	25,98	25,91	26,06	26

([1]) G. Baugé, *Sur quelques carbonates doubles du protoxyde de chrome, oxyde salin de chrome* (*Ann. de Chim. et de Phys.*, 7e série, t. XIX, p. 158).

([2]) *Loc. cit.*

» En résumé, l'acide tartrique forme, avec le protoxyde de chrome, un composé anhydre cristallisé, de couleur bleue, et auquel l'analyse assigne la formule $C^4H^4CrO^6$. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Colorants du triphénylméthane, solides aux alcalis.* Note de M. **Charles Lauth**, présentée par M. A. Haller.

« Il est souvent utile, pour faciliter ou modifier certaines réactions chimiques, de remplacer l'hydrogène d'un groupe AzH^2 dans les amines aromatiques par divers substituants.

» J'ai cherché à appliquer cette réaction générale à ces leucobases du triphénylméthane qui, après hydroxylation, sulfonation et oxydation, donnent naissance à des matières colorantes très riches possédant la précieuse propriété d'être solides aux alcalis; en particulier, j'ai tenté ces substitutions dans les leucodérivés qu'on obtient par la réduction des produits de condensation de l'essence d'amandes amères métanitrée sur la diméthyl- ou la diéthylaniline; j'ai fait réagir sur ces leucobases une série d'agents de substitution et les produits ainsi obtenus ont été étudiés au point de vue de la nature des colorants qu'ils sont susceptibles de fournir.

» Les résultats les plus intéressants ont été donnés par les dérivés provenant du chlorure d'acétyle ou de l'anhydride acétique et du chlorure de l'acide benzène-sulfonique, $C^6H^5.SO^2Cl$.

» Le premier de ces corps a été préparé en chauffant, à 100°, 50g de leucobase avec 150cm³ d'anhydride acétique; après dissolution on ajoute quelques gouttes d'acide sulfurique à 66° B. et l'on continue à chauffer pendant une journée; puis on dissout le produit dans HCl et on le précipite par l'ammoniaque. (La préparation réussit également avec l'acide acétique cristallisable.)

» Le dérivé benzène-sulfamidé a été obtenu par l'action à chaud de 10g de chlorure benzène-sulfonique sur 20g de leucobase dissoute dans 150cm³ de benzène; après 6 heures de chauffage on distille C^6H^6, on dissout dans HCl et l'on précipite par l'ammoniaque.

» Les produits ainsi obtenus sont traités par SO^4H^2 renfermant 10 pour 100 de SO^3 (5 parties d'acide pour 1 partie de produit); la dissolution est abandonnée à la température ordinaire jusqu'à ce que l'ammoniaque n'y détermine plus de précipité. Les dérivés disulfonés obtenus sont transformés en colorants par les procédés habituels, saturation de l'acide et oxydation au moyen de PbO^2.

» On obtient ainsi des matières colorantes bleues, analogues au *bleu patenté* et possédant les mêmes qualités de résistance aux alcalis et de pureté de nuance. Avec le dérivé aminé non substitué on obtient non des bleus, mais des verts.

» Il est admis en général que le bleu patenté est un dérivé disulfoné dans lequel l'un des sulfoxyles se fixe en ortho par rapport au carbone central, c'est-à-dire en para par rapport à l'oxhydryle phénolique, et c'est à cette position ortho qu'on attribue la solidité de ce colorant, grâce, probablement, à une anhydrisation interne entre le OH du carbinol et le SO^3H voisin.

» Dans la préparation du bleu patenté, l'orientation de ce groupe SO^3H est déterminée par l'hydroxyle qui a remplacé le AzH^2 de l'amine (par diazotation et hydroxylation ultérieure); dans les expériences que je viens de relater, le même rôle doit être attribué au AzH^2 substitué; l'acide sulfurique, dans ces conditions, forme un dérivé disulfoné dans lequel l'un des sulfoxyles est fixé en ortho par rapport au carbone central. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Préparation des éthers α-β-dicétoniques.* Note de MM. **L. Bouveault** et **A. Wahl**, présentée par M. A. Haller.

« Dans une Note antérieure (*Comptes rendus*, t. CXXXVII, p. 196), nous avons indiqué une méthode relativement commode pour transformer les éthers maloniques en éthers mésoxaliques correspondants. Le procédé consiste à décomposer les éthers isonitrosomaloniques par le peroxyde d'azote.

» Depuis cette époque nous avons cherché à appliquer cette réaction à un certain nombre d'éthers isonitrosés et, en particulier, aux éthers isonitrosoacétiques et isonitrosoacétylacétiques. Le travail relatif aux premiers éthers sera publié incessamment dans le *Bulletin de la Société chimique*.

» Nos recherches concernant l'éther acétylacétique ne sont encore pas complètement terminées, et si nous demandons à l'Académie la permission de lui communiquer dès maintenant certains résultats, c'est à seule fin de nous en assurer la priorité. Dans un travail tout récent, MM. Wieland et Bloch (*D. ch. G.*, t. XXXVII, p. 1525) ont, en effet, commencé l'étude de l'action des gaz nitreux sur les β-dicétones, sujet très voisin du nôtre.

» Lorsque l'on fait passer un courant de peroxyde d'azote sur de l'isonitrosoacétylacétate d'éthyle solide, il se liquéfie et se colore; peu à peu la température s'élève et il se dégage des bulles gazeuses. Si, après avoir laissé en contact pendant 3 ou 4 heures, on distille dans le vide, il passe d'abord de l'acide acétique. Vers 50° à 60° on constate une assez forte décomposition, puis il distille quelques gouttes d'un liquide jaune très mobile. Finalement, la température s'élevant, il passe un mélange de l'oxime inaltérée et de bisanhydronitroacétate d'éthyle caractérisable par son amide fondant à 253°.

» Le composé jaune se rencontre chaque fois que l'on fait agir le peroxyde d'azote ou les vapeurs nitreuses sur l'isonitrosoacétylacétate d'éthyle ou sur l'éther acétylacétique lui-même, mais il ne s'en forme en général que de petites quantités.

» Ce n'est qu'en nous plaçant dans des conditions tout à fait spéciales, trouvées à la suite d'un grand nombre d'essais, que nous sommes arrivés à nous le procurer facilement. Pour cela, nous faisons passer un courant de vapeurs nitreuses dans l'éther acétylacétique dissous dans l'anhydride acétique, et, lorsque la réaction est terminée, nous soumettons à une distillation fractionnée dans le vide, à la colonne.

» On obtient ainsi, avec un rendement variable de 40 à 50 pour 100 du poids de l'éther acétylacétique employé, un liquide mobile jaune orangé, bouillant à 70°, sous 13^{mm}, et possédant une odeur éthérée des dicétones. C'est le *dicétobutyrate d'éthyle*

$$CH^3-CO-CO-COOC^2H^5,$$

premier terme d'une classe encore inconnue d'éthers cétoniques.

» Le dicétobutyrate d'éthyle est extrêmement avide d'eau avec laquelle il se combine en s'échauffant énergiquement et en se décolorant instantanément. Il donne ainsi un *hydrate* solide qui, recristallisé dans l'éther anhydre, forme de belles aiguilles blanches fondant vers 120° et répondant à la composition

$$CH^3-CO-CO-COOC^2H^5+\tfrac{1}{2}H^2O.$$

» MM. Sachs et Wolff (*D. ch. G.*, t. XXXVI, p. 3234), en condensant la nitrosodiméthylaniline avec l'éther acétylacétique et saponifiant le composé iminé ainsi formé, ont obtenu des cristaux blancs fondant à 88° et présentant exactement la même composition que l'hydrate précédent. Ils ont considéré sous toutes réserves ce produit comme étant le glyoxylate d'éthyle. Il n'est pas douteux, d'après son mode de formation et malgré l'écart de point de fusion, que ce composé est identique avec l'hydrate du dicétobutyrate d'éthyle.

» Nous avons préparé par le même procédé et avec la même facilité le *dicétobutyrate d'isobutyle*, qui est un liquide jaune orangé bouillant à 96°-100° sous 18^{mm}, se combinant également à l'eau en donnant l'*hydrate* cristallisé blanc $C^8H^{12}O^4+\frac{1}{2}H^2O$ à 96°. Ces éthers, grâce à leurs deux fonctions cétoniques, sont susceptibles de se prêter à un grand nombre de réactions; ainsi, ils se combinent à la semicarbazide, à l'hydrazine, à la phénylhydrazine, etc.

» La *di-semicarbazone* du dicétobutyrate d'isobutyle forme des grains cristallins blancs fondant à 254°-255°; à peu près insolubles dans tous les réactifs. La semicarbazone du dérivé éthylé se dissout dans l'acide formique étendu et bouillant, mais en s'altérant. La phénylhydrazine à froid en milieu acétique étendu donne des *monophénylhydrazones*. Celle de l'éther éthylique forme de beaux prismes jaune clair

fondant à 102°-103° et celle du dérivé butylique des tablettes rhomboédriques jaunes fondant à 98°-99°.

» Nous sommes occupés à déterminer la constitution de ces phénylhydrazones et à chercher les rapports qu'elles présentent avec les composés isomères résultant de l'action du chlorure de diazobenzène sur l'éther acétylacétique. Enfin, nous nous proposons de généraliser cette réaction pour arriver à préparer les éthers α.β-dicétoniques

$$R - CO - CO - COOC^2H^5$$

en nous adressant aux homologues supérieurs de l'éther acétylacétique. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Action du* PCl^3 *sur quelques amines primaires cycliques à l'ébullition; réduction du* PCl^3 *avec formation de phosphore.* Note de M. **P. Lemoult**.

« Les résultats que j'ai obtenus en étudiant les produits de l'action de PCl^5 sur les amines cycliques primaires (*Comptes rendus*, t. CXXXVII, p. 1666 et t. CXXXVIII, p. 815) m'ont engagé à examiner l'action dans les mêmes conditions du PCl^3, d'autant plus que cette action, déjà étudiée par MM. Jackson et Mencke (*Am. chem. Journ.*, t. VI, p. 89, année 1884) ne paraît pas leur avoir donné de résultats bien nets. Ces auteurs ont signalé la formation : 1° d'un gaz phosphoré, probablement PH^3; 2° d'un corps rouge orangé insoluble dans les solvants minéraux ou organiques, contenant 81,73 pour 100 de phosphore qu'ils considèrent comme étant soit du P amorphe, soit son oxyde rouge, soit son hydrure solide; 3° de composés divers, obtenus après action de l'eau, parmi lesquels : *a*, l'anilide phosphoreux; *b*, un corps fondant à 208° bien cristallisé, dont la composition se rapproche des deux formules

$$(C^6H^5AzH)^8P^4OH^2 \quad \text{ou} \quad (C^6H^5AzH)^7P^3O^2H^2;$$

c, une substance (point de fusion égal à 150°) contenant 12,83 pour 100 de Cl et 9,70 pour 100 de P (pas de formule) et parfois une autre substance à point de fusion élevé qui est seulement mentionnée. D'autre part, O. Hinzberg (*Ber.*, t. XXVII, p. 2178) opérant avec une diamine, la *m.-p.*-toluylènediamine, a observé la formation d'un corps orangé qu'il considère comme du P amorphe, d'un gaz phosphoré PH^3, dont l'odeur

a été perçue et par action ultérieure de l'eau, celle du composé :

$$CH^3 - C^6H^2\left\langle\begin{matrix}AzH\\AzH\end{matrix}\right\rangle \underset{\underset{O}{\|}}{P} - AzH C^6H^2\left\langle\begin{matrix}CH^3\\AzH^2\end{matrix}\right.,$$

obtenu également par l'action de PCl^5 sur la même diamine.

» J'ai repris l'étude de cette curieuse réaction et les premiers résultats, qui font l'objet de cette Note, montrent que PCl^3 réagissant sur les amines cycliques $RAzH^2$ à l'ébullition de ces dernières donne, à côté du composé orangé déjà signalé, les mêmes produits que donnerait PCl^5, sans dégagement gazeux, mais avec mise en liberté de phosphore blanc.

» 8^mol^ d'aniline diluée dans 2 ou 3 parties de benzène, éther ou chloroforme anhydres, reçoivent peu à peu 1^mol^ PCl^3 diluée dans le même solvant; la réaction est très vive et doit être modérée surtout au début; il se fait de suite $C^6H^5AzH^2, HCl$ qui se dépose; quand tout PCl^3 est ajouté on chasse le solvant après l'avoir maintenu à l'ébullition pendant quelques heures pour achever la première phase de la réaction. Le dissolvant éliminé, il reste une liqueur limpide incolore formée par l'aniline en excès qui dissout le chlorhydrate et les produits phosphorés. Si l'on continue à chauffer pour faire bouillir l'amine, le liquide commence à se troubler vers 130°, par suite de la formation d'un composé rouge orangé qui augmente rapidement; à aucun moment il ne se dégage de gaz, même quand on maintient l'ébullition pendant plusieurs jours; on perçoit cependant une odeur phosphorée très spéciale et désagréable. La masse refroidie se solidifie; on la traite par l'eau bouillante acide qui laisse un corps solide, mélange complexe d'ou l'on retire (par l'éther) de la diphénylamine non encore signalée dans cette réaction; puis (par l'alcool bouillant) une substance qui cristallise à froid, fond à 212° et s'identifie, par son analyse et ses propriétés, avec l'anilide de l'acide *o.*-phosphorique $O = P(AzHC^6H^5)^3$. Le résidu de couleur orangée cède difficilement à l'alcool bouillant une portion notable d'un autre corps cristallisé $Cl - P(AzHC^6H^3)^4$ caractérisé par son analyse et l'insolubilité dans l'alcool du sulfate correspondant à ce chlorhydrate. Finalement, il reste une petite quantité (environ 5^g^ à 6^g^) d'une substance orangée insoluble dans l'eau, l'alcool, l'éther, le chloroforme, le sulfure de carbone, etc. Les deux produits cristallisés obtenus sont ceux qu'auraient donnés le PCl^3 et l'aniline et, par suite, tout se passe, au point de vue de leur formation, comme si le PCl^3 s'était transformé en PCl^5 et phosphore, d'après :

$$5PCl^3 = 3PCl^5 + P^2.$$

» Pour justifier cette interprétation, il fallait mettre en évidence la formation de phosphore; or, le composé orangé, riche en phosphore (85 pour 100), ne s'identifie ni avec la variété blanche, ni avec la variété rouge, quoique cependant il se transforme par distillation en P blanc sans dégager de gaz. Au moment du traitement à l'eau acide, la surface du liquide s'illumine bien d'une phosphorescence très nette, mais de courte durée et le phosphore n'avait pu être isolé. J'y ai réussi en m'adressant à une

opération où le chauffage, après apparition du trouble orangé, n'avait duré qu'une demi-heure, l'éther réagissant sur le produit obtenu par traitement acide aqueux enlève diverses substances qui cristallisent par évaporation du dissolvant et auxquelles le sulfure de carbone enlève du P blanc; cette solution évaporée sous l'eau laisse un globule jaunâtre fondant à 44°, surfondant facilement, se solidifiant au contact d'une parcelle de phosphore blanc, s'enflammant spontanément à l'air et se dissolvant dans l'acide nitrique et dans les alcalis en donnant PH^3; c'est du phosphore blanc qu'un chauffage prolongé eût sans doute transformé en phosphore rouge beaucoup plus difficile à isoler à l'état pur et à caractériser.

» Ce résultat justifie l'interprétation et l'équation données ci-dessus, mais n'explique pas encore toutes les particularités de la réaction, entre autres la production en abondance [40g dans une opération qui a donné 30g de $PCl(AzHC^6H^5)^4$] de diphénylamine; il y a bien en présence de l'aniline et son chlorhydrate réagissant au voisinage de 180°-190°; mais dans le cas de l'action du PCl^5 où ces mêmes réactifs se trouvent pourtant dans les mêmes conditions, on ne trouve que peu ou pas du tout de diphénylamine; on sait, en outre, que le chauffage de l'aniline bouillante et de son chlorhydrate ne donne qu'une faible quantité de diphénylamine.

» L'explication de cette particularité, la détermination de la nature du produit orangé et l'étude des produits qui se forment avant son apparition (première phase de la réaction) sont des points qui me paraissent mériter quelque attention, car la réaction que je viens de décrire pour l'aniline présente un caractère général, je l'ai tentée avec la monométhylaniline et surtout avec l'ortho- et la paratoluidine ainsi qu'avec la xylidine

$$(AzH^2 1.CH^3 2.4);$$

dans ces trois derniers cas, j'ai obtenu les mêmes phases, la production du composé orangé et la série de composés suivants :

Homologues de la diphénylamine............	$R - AzH - R$
Dérivés arylamides de l'acide *o*.-phosphorique..	$O = P \equiv (AzHR)^3$
Chlorhydrates des bases phospho-azotées......	$Cl - P \equiv (AzHR)^4$

ces deux derniers étant les produits constants de l'action de PCl^5 sur les mêmes amines à l'ébullition. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur de nouveaux polymères de la formaldéhyde.* Note de MM. **A. Seyewetz** et **Gibello**, présentée par M. A. Haller.

« Les divers polymères de la formaldéhyde qui ont été décrits jusqu'ici sont au nombre de quatre :

» 1° La *paraformaldéhyde* étudiée par Tollens et Mayer ([1]), Eschweiler et Grassmann ([2]).

» 2° L'*hydrate de paraformaldéhyde* étudié par Lösekann et Delépine ([3]) et auquel on a attribué la formule $(CH^2O)^6.H^2O$.

» 3° L'*α-trioxyméthylène* obtenu par Fratesi ([4]) et fondant à 60°-61°.

» 4° Le *trioxyméthylène ordinaire* (oxyde de méthylène, oxyméthylène) dont on ne connaît pas le poids moléculaire et qui, à l'état pur, fond à 170°.

» Nous avons pu préparer divers polymères de la formaldéhyde possédant des propriétés nettement différentes de celles des produits décrits jusqu'ici, en opérant dans les conditions suivantes :

» 1° En chauffant à l'ébullition au réfrigérant ascendant du trioxyméthylène avec une petite quantité d'eau (100g de trioxyméthylène et 75cm³ d'eau), il se dépose dans le tube du réfrigérant des cristaux blancs qui, séchés d'abord à l'air libre puis plusieurs jours dans le vide au-dessus de l'acide sulfurique, fondent à 123°. Ce point de fusion n'a pas varié après plusieurs mois.

» Ces cristaux sont solubles dans l'eau froide, un peu solubles dans l'alcool bouillant et à peu près insolubles dans l'éther. Leur solubilité dans les solutions de sulfite de soude est environ cinq fois plus grande que celle du trioxyméthylène ordinaire.

» 2° Après avoir recueilli le produit qui peut être condensé dans le tube du réfrigérant, si l'on renverse celui-ci et qu'on distille, on obtient un liquide aqueux qui abandonne au bout de quelque temps des flocons blancs. Ces flocons séchés à l'air, puis dans le vide au-dessus de l'acide sulfurique, fondent à 96°-97°; le point de fusion ne change pas après plusieurs mois. Ce composé est soluble dans l'eau froide, un peu soluble dans l'alcool bouillant, insoluble dans l'éther. Sa solubilité dans le sulfite de soude est sensiblement la même que celle du produit précédent.

» 3° En épuisant à l'éther les eaux mères aqueuses d'où ont été séparés les flocons précédents, on obtient par évaporation de l'éther un résidu floconneux blanc soluble dans l'eau, assez soluble dans l'alcool, fondant vers 69°. C'est le seul polymère de la formaldéhyde qui, avec l'α-trioxyméthylène de Fratesi dont le point de fusion est 60°-61°, soit soluble dans l'éther.

» 4° Après avoir séparé les divers polymères précédents, lorsque le résidu de la distillation a été réduit de moitié environ, il reste dans le ballon une solution limpide qui se prend par refroidissement en une masse blanche. Après avoir été essorée, séchée à l'air puis dans le vide au-dessus de l'acide sulfurique, elle fond à 92°-93°. Ce point de fusion n'est pas absolument constant et s'élève lentement. Ce produit est soluble dans l'eau froide et dans l'alcool bouillant, insoluble dans l'éther. Soumis à l'action de

---

([1]) *Berichte d. deutsch. chem. Gesellsch.*, t. XXI, p. 350.

([2]) *Liebig's Annalen*, t. CCLVIII, p. 95.

([3]) *Bulletin de la Société chimique de Paris*, (3), p. 17. *Chem. Zeitung*, t. XIV, p. 1408.

([4]) *Gazz. chim. ital.*, t. XIV, p. 139.

la chaleur il se transforme partiellement en un corps fondant à 170°-171° qui est le point de fusion du trioxyméthylène; le reste se sublime et conserve le point de fusion primitif 92°-93°.

» Les propriétés de ce corps concordent avec celles décrites pour la paraformaldéhyde obtenue par évaporation lente des solutions aqueuses de formaldéhyde. Sa solubilité dans les solutions de sulfite de soude est environ 4 fois plus grande que celle du trioxyméthylène.

» Soumis à un lavage à l'alcool puis à l'éther, comme Lösekann l'a indiqué pour la paraformaldéhyde, on obtient un produit qui, séché dans le vide, fond à 87° au lieu de 92°-93° que possède le produit primitif.

» Nous avons cherché à déterminer le poids moléculaire de ces nouveaux composés par la cryoscopie en opérant en solution aqueuse ainsi que par la méthode de Meyer, en opérant dans la vapeur de diphénylamine puis dans la vapeur d'aniline. Ces déterminations nous ont donné dans tous les cas des nombres voisins de 30. En faisant les déterminations cryoscopiques immédiatement après avoir préparé les dissolutions nous n'avons pas pu obtenir des nombres voisins de 60 comme ceux trouvés par Tollens et Meyer ainsi que par Eschweiler et Grassmann avec la paraformaldéhyde.

» *Titrage de la formaldéhyde dans les divers polymères.* — Nous avons dosé la quantité de (CH^2O) que renferment les divers polymères précédents en utilisant notre méthode de dosage (¹). Les polymères dissous dans un excès de solution aqueuse de sulfite de soude à 20 pour 100 sont additionnés, en présence de phénolphtaléine, d'acide sulfurique titré jusqu'à décoloration de la phénolphtaléine.

» Avec tous les nouveaux polymères ainsi qu'avec la paraformaldéhyde, nous avons trouvé une teneur égale à 91 pour 100 de (CH^2O) soit sensiblement la même que celle obtenue avec le trioxyméthylène sec.

» La formule donnée par Lösekann pour la paraformaldéhyde

$$(CH^2O)^6H^2O$$

est confirmée par Delépine qui considère ce corps comme un glycol

$$OH - CH^2 - O - CH^2 - O - CH^2 - O - CH^2 - O - CH^2 - O - CH^2 - OH$$

correspondant à une teneur de 90-95 pour 100 de (CH^2O).

» Il est donc possible que tous ces polymères, le trioxyméthylène y compris, puissent avoir une formule brute correspondant à celle indiquée par Lösekann pour la paraformaldéhyde. »

(¹) *Bulletin de la Société chimique*, 20 avril 1904.

CHIMIE ORGANIQUE. — *Action de la paraformaldéhyde sur les sesquiterpènes.* Note de M. P. GENVRESSE.

« M. Ladenburg (*Berichte*, t. XXXI, p. 289) et M. Kriewitz (*loc. cit.*, t. XXXII, p. 57) ont fait réagir en tubes scellés la paraformaldéhyde sur quelques terpènes, et ils ont obtenu des produits d'addition possédant la fonction alcool.

» Nous avons trouvé que les sesquiterpènes se comportent de même avec le trioxyméthylène, toutefois un peu plus difficilement, et avec des rendements un peu inférieurs. Nous espérions, en commençant le travail, peut-être utiliser les alcools obtenus soit comme parfums, soit comme succédanés du santalol, au point de vue thérapeutique.

» Nous avons opéré sur le caryophyllène, sur le clovène et sur le cadinène. Nous avons retiré le cadinène de l'essence de Cedrelat du Nicaragua mise gracieusement à notre disposition par M. Schimmel.

» *Combinaison moléculaire de la formaldéhyde avec le caryophyllène* $C^{16}H^{26}O$. — On obtient ce corps en chauffant au tube de Pfungst pendant dix heures, à une température de 180° à 200°, une molécule de caryophyllène pour une de trioxyméthylène; on entraîne ensuite par la vapeur d'eau la paraformaldéhyde et le sesquiterpène qui n'ont pas réagi; l'alcool reste dans l'appareil à entraînement; nous l'en extrayons par l'éther; le dissolvant chassé, nous distillons sous pression réduite. Après trois rectifications, nous obtenons un produit liquide qui bout de 177° à 178° sous une pression de 15mm. Plusieurs analyses nous ont conduit à admettre pour ce corps la formule

$$C^{16}H^{26}O.$$

» Il se présente sous la forme d'un liquide jaune d'or un peu visqueux; il n'a aucune odeur; il est soluble dans l'alcool, l'éther, l'acide acétique, etc.; sa densité à 0° est 0,997; son pouvoir rotatoire $\alpha_D = -7°40'$ en solution chloroformique à 4,93 pour 100 à la température de 21°; son indice de réfraction $n_D = 1,508$. Ce corps possède une double liaison dans sa molécule; en effet, une molécule absorbe une molécule de brome; nous avons trouvé dans ce cas le nombre 1,40; la théorie exigeait 1,23; sa réfraction moléculaire est 69,964; en la calculant avec les nombres de M. Brühl, on trouverait le nombre 70,08, en admettant l'existence d'une double liaison.

» Traité par l'acide sulfurique et l'acide chromique il ne donne rien de bien net.

» *Éther acétique.* $C^{16}H^{25}OCOCH^3$. — Nous avons préparé ce corps à la manière ordinaire, c'est-à-dire en traitant l'alcool précédent par l'anhydride acétique et l'acétate de sodium fondu; on chauffe pendant 6 heures au réfrigérant à reflux; on entraîne ensuite par la vapeur d'eau et l'on distille sous pression réduite; le produit obtenu correspond d'après son analyse à la formule $C^{16}H^{25}OCOCH^3$.

» Il est plus fluide que l'alcool qui lui a donné naissance; il est soluble dans l'éther, l'alcool, le chloroforme; il bout à 185° sous une pression de 15^{mm}, sa densité à 0° est 0,9969, son pouvoir rotatoire $\alpha_D = +20°33'$ en solution chloroformique à 11,7 pour 100 à la température de 18°; son indice de réfraction est 1,490.

» Il possède une double liaison; en effet, 1^{mol} du corps absorbe 1^{mol} de brome; nous avons trouvé le nombre 2,5419; la théorie exigerait 2,44. Sa réfraction moléculaire est 80,036; le nombre théorique, en admettant l'existence d'une double liaison, est 79,46.

» *Combinaison de la formaldéhyde avec le clovène* ($C^{16}H^{26}O$). — Nous avons obtenu ce composé en suivant absolument la même marche que précédemment; il bout à 170° sous une pression de 12^{mm}; son indice de réfraction est 1,5105, sa densité à 0° est 1,001; son pouvoir rotatoire $\alpha_D = -7°12'$ en solution chloroformique à 6,03 pour 100 à la température de 20°. Il contient, comme son isomère précédent, une double liaison dans sa molécule; en effet, il absorbe 1^{mol} de brome; nous avons trouvé le nombre 1,99; la théorie exigerait 1,97. Sa réfraction moléculaire est 66,444; la théorie pour une double liaison demanderait le nombre 70,08.

» *Combinaison de la formaldéhyde avec le cadinène* $C^{16}H^{26}O$. — On obtient encore ce corps comme les deux isomères précédents. Il bout à 180° sous la pression de 15^{mm}; il est jaune d'or; il ne sent rien comme les deux précédents. Son indice de réfraction est 1,521; sa densité à 0° est 0,993. Son pouvoir rotatoire $\alpha_D = -17°54'$ en solution chloroformique à 7,6 pour 100 à la température de 20°. Ce corps, comme le cadinène, possède deux doubles liaisons; en effet, il absorbe 2^{mol} de brome; nous avons trouvé le nombre 3,187; la théorie exigerait 3,19. Sa réfraction moléculaire est 71,813; la réfraction moléculaire théorique est, en admettant l'existence de deux doubles liaisons, 71,86.

» *En résumé*, nous avons montré que le caryophyllène, le clovène et le cadinène se combinent molécule à molécule avec l'aldéhyde formique. »

CHIMIE VÉGÉTALE. — *Recherches sur le mécanisme de la circulation des composés odorants chez la plante.* Note de MM. **Eug. Charabot** et **G. Laloue**, présentée par M. Haller.

« En précisant et généralisant nos résultats antérieurs (*Comptes rendus*, t. CXXXVI, p. 1467 et t. CXXXVII, p. 996) relatifs à la distribution de quelques substances organiques chez les plantes, nous avons envisagé le problème de la circulation des composés terpéniques qui prennent naissance notamment dans les organes verts (Charabot et Hébert, *Comptes rendus*, t. CXXXVIII, p. 380). Pour contribuer à la solution de ce problème, nous avons étendu nos recherches au cas de l'oranger (*Citrus bigaradia*) dont les feuilles et les tiges renferment une huile essentielle à composition

suffisamment complexe pour offrir un vaste champ d'étude et formée cependant de principes dont la parenté étroite permet de saisir les liens d'origine.

» Les jeunes pousses ont été soigneusement séparées des rameaux vieux prélevés sur les mêmes arbres le 23 juin 1903.

» *Eau et matière sèche.* — Le dosage de l'eau et de la matière sèche a conduit à ces conclusions que la tige est un peu moins riche en eau que la feuille et que, au fur et à mesure de la végétation, l'hydratation diminue chez la feuille et surtout chez la tige.

» *Acidité volatile.*— L'étude de la répartition des acides volatils a fourni des résultats analogues à ceux que nous avons obtenus avec d'autres plantes et à ceux de MM. Berthelot et André [1] relatifs à l'acide oxalique.

» *Composés terpéniques.* — Nous avons séparé dans les deux lots de rameaux d'oranger, à des degrés différents de développement, les feuilles d'avec les tiges pour en effectuer isolément la distillation en vue de l'extraction de l'essence. Les huiles essentielles provenant de l'épuisement des eaux distillées ont été réunies aux huiles essentielles qui se séparent spontanément de ces eaux, de façon à reconstituer quantitativement l'ensemble des produits odorants de la plante. En ce qui concerne la formation de ces produits, nous arrivons aux mêmes résultats que dans le cas du mandarinier : *c'est au début de la végétation que l'huile essentielle prend naissance avec le plus d'activité.*

» Chez la feuille jeune, l'essence est moins riche en éthers, moins riche en alcool total que chez la tige jeune. Le rapport entre l'alcool combiné et l'alcool total est, dans la première, plus faible que dans la seconde. A la fin de la végétation, l'essence de feuilles est moins riche en éthers que l'essence des tiges, la différence est même beaucoup plus sensible qu'au début. La proportion d'alcool total est plus notable, la proportion de géraniol est moindre, et la proportion de linalol plus élevée, dans l'essence de feuilles vieilles que dans l'essence de tiges correspondantes.

» Dans l'intervalle compris entre les deux stades considérés, il s'est produit dans l'essence de feuilles une faible augmentation de la proportion d'éthers, de la valeur du rapport de l'alcool combiné à l'alcool total et de la proportion de géraniol total; par contre on observe une diminution de la proportion de linalol total; la composition du mélange d'éthers ne varie pas sensiblement, tandis que le mélange alcoolique s'enrichit en géraniol. Les transformations subies par l'essence de tiges pendant le développement de ces organes consistent dans une augmentation notable de la proportion d'éthers et dans une diminution sensible de la proportion d'alcool total.

» Comme dans le cas du mandarinier, les analyses ont permis de conclure qu'il existe entre l'essence de feuilles et l'essence de tiges des différences de composition de même nature qu'entre l'essence qui reste en dissolution dans l'eau de distillation et celle qui s'en sépare. En d'autres termes, *l'essence de tiges est moins soluble que l'essence de feuilles.*

---

[1] BERTHELOT, *Chimie végétale et agricole*, t. III.

» *Conclusions.* — Des recherches antérieures tendent à montrer que les huiles essentielles trouvent leur origine notamment dans les organes verts, et en particulier dans la feuille. Celles dont nous venons de résumer les résultats font ressortir le mécanisme qui préside à la circulation des composés odorants chez la plante. Une partie de l'huile essentielle est dissoute par les liquides qui circulent dans le végétal. Or les transformations chimiques subies par les composés odorants sont telles que l'essence contenue dans la tige devient moins soluble que celle contenue dans la feuille. La différence, faible au début, croît au fur et à mesure de la végétation. Il en résulte que le nombre de molécules de composés terpéniques en solution dans la tige devient inférieur, et cela de plus en plus, au nombre de molécules de ces mêmes composés dissous dans la feuille. En d'autres termes, la pression osmotique tend à diminuer constamment dans la tige, si bien qu'une certaine quantité d'essence quitte la feuille pour s'y rendre, appelée par les lois de la diffusion. Et alors, les substances plus solubles arrivées dans la tige chassent de la solution (si celle-ci était saturée) une partie des substances moins solubles.

» En résumé, nous sommes conduits à admettre, en plus des faits établis dans cette Note, qu'*une partie des composés odorants se transporte de la feuille vers la tige*, c'est-à-dire du point où ces composés se forment le plus activement vers un point où leur solubilité devient moindre. »

CHIMIE PHYSIOLOGIQUE. — *Action de la chaleur et de l'acidité sur l'amylase.* Note de M. **P. Petit**.

« Une infusion de malt dans l'eau alcalinisée par la soude fournit un liquide filtré à réaction faiblement alcaline, et dont l'activité saccharifiante et liquéfiante peut être augmentée par l'addition de très faibles doses d'acide lactique par exemple. Si l'on ajoute l'acide avec précaution, on voit se former, à partir d'une certaine dose, un louche qui augmente d'abord avec l'acidité, puis à partir d'une autre acidité, le précipité se redissout et l'on peut arriver à le faire complètement disparaître.

» Le précipité obtenu, au cours de ce traitement, étant recueilli et lavé avec de l'eau acidulée légèrement, est séché dans le vide; il brunit fortement, et une fois sec ne se redissout plus qu'en partie, soit dans les alcalis, soit dans les acides étendus.

» Ces solutions filtrées donnent la réaction de Schœnbein; elles liquéfient

et saccharifient l'empois d'amidon. Si l'on effectue la dissolution avec de la soude $\frac{N}{50}$ par exemple, en présence d'une trace de phénolphtaléine, on constate que la coloration rouge initiale disparaît rapidement, et il faut ajouter de nouvelles doses de soude à mesure que la matière se dissout. Tout se passe donc comme si la soude déplaçait l'amylase d'une combinaison lactique insoluble.

» D'autre part, les infusions de malt alcalines s'acidifient peu à peu par développement bactérien. Si l'on chauffe 10 minutes au bain-marie bouillant 20^{cm^3} d'une infusion avec de l'eau alcalinisée, on constate qu'aucun louche ne se produit; à mesure que l'acidité augmente, le louche se prononce, quand l'acidité devient assez forte, une coagulation a lieu, comme avec l'infusion dans l'eau pure.

» On part d'une infusion très faiblement acide dont 20^{cm^3} sont neutralisés exactement par $1^{cm^3},9$ de soude $\frac{N}{50}$, et l'on fait varier l'acidité par des additions croissantes d'acide lactique $\frac{N}{50}$. Chaque échantillon est placé 10 minutes dans un bain-marie bouillant, refroidi, et l'on titre son acidité avec la soude $\frac{N}{50}$ en présence de phénolphtaléine.

» Les acidités sont exprimées en centimètres cubes soude $\frac{N}{50}$:

Numéros.	Acidité initiale.	Après chauffe.	Variation d'acidité.	Observations.
	cm³	cm³	cm³	
1.....	0 (neutralisé)	0,35	+0,35	clair
2.....	1,9	1,50	−0,40	clair
3.....	3,1	2,5	−0,60	clair
4.....	4,4	3,4	−1,00	légèrement louche
5.....	4,9	3,7	−1,20	louche
6.....	5,7	4,1	−1,6	trouble
7.....	6,9	5,1	−1,8	très trouble
8.....	8,2	5,8	−2,4	coagulation
9.....	9,6	7,0	−2,6	coagulation

» Si l'on prend les acidités initiales comme x et les variations d'acidité comme y, les nombres précédents peuvent être représentés par une droite

$$y = 0,4 - 0,337x.$$

» Il résulte de là que ce phénomène est continu; en liquide acide, il disparaît une dose d'acide croissant avec l'acidité initiale. Comme s'il se formait une combinaison, celle-ci reste dissoute à faible dose, puis le liquide étant plus que saturé, une portion

de cette combinaison se précipite, et la coagulation n'a lieu que pour une acidité suffisamment forte, 40^{mg} pour 100^{cm^3} en SO^4H^2 dans notre essai.

» La coagulation dépend donc uniquement de l'acidité et si on l'observe toujours dans les infusions de malt avec l'eau pure, c'est que ces infusions sont toujours plus acides qu'il n'est nécessaire. On remarquera que, dans l'essai n° 7, où l'acidité est de $33^{mg},8$ en SO^4H^2 pour 100^{cm^3}, il n'y a pas coagulation, tandis qu'elle a lieu pour l'essai n° 8 avec une acidité de $40^{mg},2$.

» Il est à noter aussi que, dans une infusion neutralisée exactement, le chauffage provoque une création d'acidité, mais encore suivant la formule ci-dessus, comme s'il se produisait une décomposition de combinaison existante, avec mise en liberté de corps à réaction acide.

» En partant d'une infusion de malt dans l'eau pure, on peut réduire son acidité par des additions successives de soude, de façon que, non seulement, elle cesse de se coaguler, mais même qu'elle ne louchisse pas par la chaleur.

» Le chauffage des infusions de malt donne lieu à un dégagement gazeux considérable, beaucoup plus grand qu'avec une infusion bouillie, refroidie et saturée d'air par agitation; nous nous occupons de déterminer la nature de ces gaz. »

ZOOLOGIE. — *Organisation et morphogénie des Æthéries.* Note de M. R. Anthony, présentée par M. Edmond Perrier.

« On considère à juste raison les *Ætheriidæ* comme voisins des *Unionidæ*. Ils comprennent trois genres :

Dimyaires ...	*Ætheria*	(fleuves africains : Sénégal, Nil, Niger);
	Bartlettia	(fleuves de l'Amérique du Sud).
Monomyaires :	*Mulleria* (¹)	

» L'anatomie du g. *Ætheria* est peu connue (un seul Mémoire, d'ailleurs insuffisant, de Rang et Caillaud; 1834).

» Les *Ætheria* sont fixées à la façon des Huîtres par l'une de leurs valves, le plus souvent la gauche, et leur organisation tout entière résulte de cette condition spéciale d'existence, la *fixation pleurothétique*.

» Par le fait de la fixation, ces animaux, n'étant pas soumis aux mêmes causes qui déterminent l'allongement chez la plupart des autres Acéphales, affectent la forme arrondie et, par le fait du pleurothétisme (un côté latéral devenu inférieur) ils présentent une légère tendance à substituer à leur symétrie primitive une symétrie nouvelle en rapport avec leur orientation. La forme arrondie s'acquiert chez la jeune Æthérie de $0^{cm},5$ à peu près, déjà fixée, mais encore de forme anodontoïde, par le recourbement vers la ligne dorsale de la région antérieure; il en résulte un reploiement du ligament,

(¹) Smith et Woodward ont récemment décrit une *Mulleria* vivant en Asie.

lequel forme une sorte de prolongement en pointe qu'on aperçoit sur la face interne de la valve dirigée vers son centre.

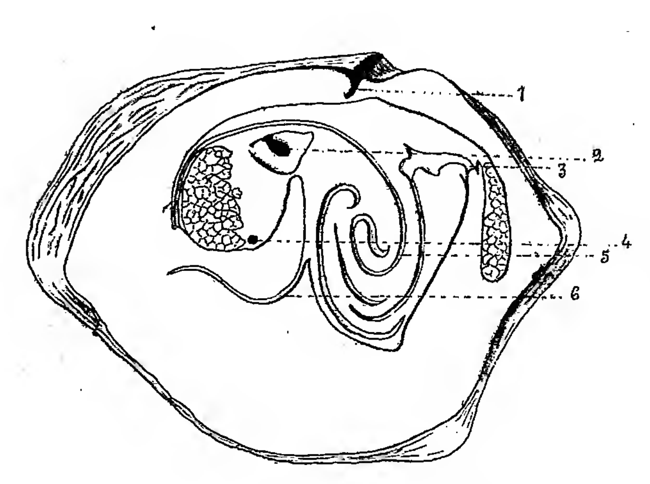


Fig. 1. — Coupe médiane sagittale passant entre les deux valves d'*Ætheria plumbea* (Feruss.).

1, pointe ligamentaire; 2, cœur; 3, bouche; 4, ganglion viscéral; 5, circonvolutions du tube digestif; 6, lame interbranchiale. (Demi-schématique.)

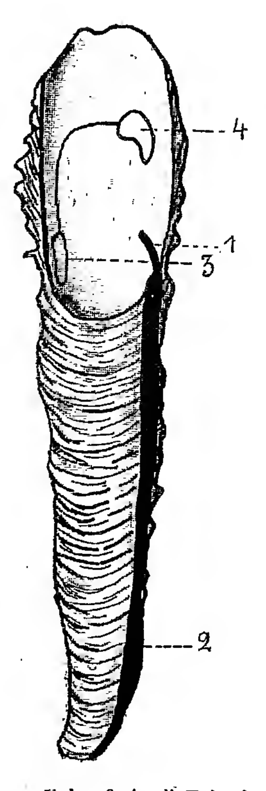


Fig. 2. — Valve fixée d'*Ætheria Caillaudi* (Feruss.).

1, pointe ligamentaire; 2, ligament; 3, impression de l'adducteur antérieur; 4, impression de l'adducteur postérieur.

» Le muscle adducteur antérieur, au lieu d'être situé, comme chez les autres Acéphales, au-dessus de la bouche, se trouve en dessous comme chez les Chames (phénomène de convergence). En effet, dans le déplacement de l'extrémité antérieure ce muscle se rapproche de la charnière; si la chose se produit sur un animal à muscle antérieur déjà peu développé dans la direction ventrale, ce muscle, se trouvant tout entier considérablement rapproché de la charnière et n'ayant que peu d'action dans l'acte de la fermeture en raison de la brièveté de son bras de levier, ne doit pas tarder à disparaître (mode probable de constitution du g. *Mulleria*); mais si la chose se produit chez certains individus à muscle antérieur plus développé ventralement, la partie la plus ventrale de ce muscle peut se conserver en raison de l'efficacité de son action, se développer même par l'usage (mode probable de constitution du g. *Ætheria*).

» Chez les Æthéries, comme chez les Huîtres, le cœur n'est pas traversé par le rectum mais se trouve situé en dessous de lui, position due à son déplacement vers la région ventrale pendant l'arrondissement de l'animal. Le rectum, retenu le long de la ligne dorsale par ses connexions avec l'adducteur postérieur, n'a pu suivre le cœur dans son déplacement.

» Les plissements de branchies (planes chez les *Unionidæ*), la disparition de la large communication qui existe chez l'Anodonte entre la cavité palléale et la cavité branchiale, la soudure des bords dorsaux des palpes labiaux au manteau me semblent aussi des résultats du reploiement de l'animal. Le pied et le rudiment de siphon inspirateur des Anodontes ont disparu faute d'usage.

» Les autres caractères, circonvolution du tube digestif, constitution de la branchie, nacre, existence fluviatile indiquent la parenté des *Ætheridæ* avec les *Unionidæ*.

» Dans la plupart des cas, la valve fixée des Æthéries est d'épaisseur moyenne irrégulière et gauche, épousant dans une certaine mesure la forme du substratum. Chez certains autres exemplaires (*Ætheria Caillaudi* Feruss.) la valve fixée est très allongée, formant une sorte de talon cylindrique à cloisons transversales suivant une génératrice duquel s'étend le ligament; la valve non fixée est réduite à une sorte d'opercule orienté obliquement. Cette forme rappelle, à s'y méprendre, les Rudistes, autres Acéphales fixés en position pleurothétique, et plus particulièrement certains d'entre eux (opercule, cloisons transversales, arête ligamentaire). Comme les Æthéries, en effet, les Rudistes étaient des Acéphales dimyaires fixés, pleurothétiques, et arrondis suivant un processus vraisemblablement analogue.

» En résumé, on peut concevoir que, parmi des *Unionidæ* qui auraient été soumis à des conditions d'existence spéciale (rapides des fleuves africains), un certain nombre d'individus aient présenté l'attitude la plus avantageuse à ce nouveau genre de vie (fixation pleurothétique). Ils se seraient naturellement sélectionnés, et les causes mécaniques entrant en ligne de compte, la forme Æthérie aurait été constituée. Certains individus, probablement parce que s'étant trouvés transportés dans des eaux vaseuses et plus tranquilles, auraient acquis secondairement la forme *Ætheria Caillaudi*, avantageuse en ce qu'elle leur permet de s'élever au-dessus du niveau de la vase au sein de laquelle ils périraient. »

BOTANIQUE. — *Observations sur les Gymnoascées et les Aspergillacées.* Note de M. **P.-A. Dangeard**, présentée par M. Guignard.

« La famille des Gymnoascées a été établie par Baranetzki et elle ne renfermait au début qu'une seule espèce, le *Gymnoascus Reessii;* depuis elle s'est enrichie de plusieurs genres et d'assez nombreuses espèces.

» Baranetzki avait constaté que, chez le *Gymnoascus Reessii*, le périthèce

débute par deux rameaux accolés, comme chez les *Erysiphe;* toutefois, dans cette espèce, le rameau central reste stérile, tandis que le second, s'enroulant autour du premier, devient l'ascogone : les rôles sont ainsi renversés. Dans sa description, l'auteur a bien soin d'insister sur l'absence de communication directe entre les deux organes : s'il se range parmi les partisans de la théorie de de Bary, c'est parce qu'au moment où il écrivait, on admettait encore une fécondation par simple osmose.

» Les résultats obtenus récemment par miss E. Dale ([1]) sont en contradiction avec ceux de Baranetzki : la paroi se détruirait entre deux cellules sur une portion considérable; les noyaux et les cytoplasmes se trouveraient mélangés; aucune fusion nucléaire, cependant, n'a été observée.

» Nous avons dû, pour ne laisser aucun point obscur dans l'histoire de la sexualité des champignons supérieurs, accorder une attention particulière aux Gymnoascées et Aspergillacées, deux familles difficiles à séparer; nos observations ont porté sur trois espèces appartenant respectivement aux genres *Ctenomyces*, *Gymnoascus* et *Aphanoascus*.

» Dans le *Ctenomyces serratus*, si bien étudié par Eidam, le mycélium est composé d'articles à plusieurs noyaux; il donne naissance à des conidies de deux sortes, les unes unicellulaires, les autres cloisonnées; parfois les conidies, au lieu d'être portées par des conidiophores libres, sont enfermées dans des conceptacles analogues aux périthèces. Le périthèce débute par deux rameaux qui proviennent ordinairement de deux filaments différents; leur analogie avec les conidiophores est évidente comme chez les *Erysiphe*. L'un des rameaux est une grosse cellule cylindrique plurinucléée qui s'isole du filament par une cloison; d'autres cloisons s'ajoutent parfois à la première, délimitant plusieurs cellules basilaires. Le second rameau, de diamètre plus faible, s'enroule autour du premier, sans jamais présenter avec lui d'anastomoses. Nous avons compté trois noyaux au premier tour de spire; leur nombre augmente par la suite. L'ascogone, au moment où il va se cloisonner, comprend sept ou huit tours de spire; son cytoplasme renferme une vingtaine de noyaux ou davantage; il se divise alors, comme chez l'*Aspergillus*, en articles ayant de quatre à six éléments nucléaires; le second cloisonnement produit des cellules isodiamétriques; un certain nombre de celles-ci, possédant deux noyaux, bourgeonnent les hyphes ascogènes qui se contournent en spirale, se ramifient en buissons serrés et finalement donnent des diplogamètes; la structure binucléée semble se conserver à travers les nombreux cloisonnements de l'ascogone jusqu'aux diplogamètes. Nous avons vu fréquemment que plusieurs tours de spire ne sont pas utilisés dans la formation des hyphes ascogènes.

» L'*Aphanoascus cinnabarinus,* quoique rangé dans les Aspergillacées, forme ses périthèces comme les *Gymnoascus* et les *Ctenomyces;* mais les deux rameaux accolés

---

([1]) *Observations on Gymnoascaceae* (*Annals of Botany*, Vol. XVII, 1903).

possèdent des dimensions qui facilitent singulièrement l'observation : ainsi la cellule stérile, qui devient parfaitement sphérique, atteint 150^{μ} et 200^{μ} : elle se forme avec quatre ou cinq noyaux et elle en renferme finalement une quarantaine. L'ascogone augmente le nombre de ses noyaux dans la même proportion : au premier tour de spire, il en possède de trente à cinquante, il donne alors naissance à cinq ou six rameaux qui s'enroulent autour de la cellule centrale; celle-ci ne montre encore aucune trace de dégénérescence dans son contenu, alors que les nombreuses ramifications de l'ascogone sont déjà divisées en une centaine de cellules isodiamétriques. Non seulement, il n'existe jamais la moindre anastomose entre les deux organes : mais il y a impossibilité matérielle d'une fécondation nucléaire à ce stade du développement.

» Tous les exemples d'Ascomycètes que nous avons étudiés, et ils sont nombreux, fournissent des données concordantes.

» Les diverses théories qui tendaient, il y a un siècle, à placer l'acte sexuel à la formation des spores sur la baside et dans l'asque ne sont tombées en défaveur que par suite de l'impossibilité où elles étaient d'alléguer la moindre trace de copulation ou de fécondation. On ne peut toutefois s'y tromper : les mycologues d'alors, parmi les plus illustres, avaient montré une préférence marquée pour les idées de Bulliard. Si quelqu'un avait pu soupçonner à ce moment que la formation des spores est toujours précédée dans l'asque et la baside d'un phénomène qui caractérise essentiellement la fécondation des animaux et des végétaux, c'est-à-dire d'une fusion entre éléments nucléaires de parenté éloignée, nous pouvons juger de l'accueil favorable qui aurait été réservé à cette découverte. »

PALÉONTOLOGIE VÉGÉTALE. — *Quelques remarques sur les Cryptogames anciennes et les sols fossiles de végétation.* Note de M. **B. Renault**, présentée par M. Ed. Bornet.

« Les dernières recherches de M. Grand'Eury ont élargi le champ des investigations des paléobotanistes; ce ne sont plus des fragments de plantes que l'on peut espérer rencontrer à l'état fossile, c'est le sol même qui a porté, vu pousser ces plantes que l'on peut recueillir. Dans une série de Notes importantes insérées dans les *Comptes rendus*, en 1893-1894, le savant paléontologiste a démontré que les sols mêmes de végétation ont été conservés à l'état fossile, présentant ainsi des plantes enracinées *in situ*, tantôt transformées en houille par l'action encore mystérieuse des bactériacées, tantôt minéralisées par des infiltrations d'eaux siliceuses ou calcaires.

» Les travaux exécutés pour les recherches d'anthracite dans le Roannais ont rencontré des bancs siliceux très étendus contenant de nombreux débris de végétaux du Culm ([1]). Les environs de Grand-Croix, Rive-de-Gier, etc., peuvent fournir également des sols fossiles de végétation, en partie fragmentés par les travaux dus à la culture et aux constructions. Brongniart les a comparés à une sorte de terreau minéralisé par la silice. Je ne doute pas que le chemin de fer n'ait traversé à Dracy-Saint-Loup, près Autun, un sol de végétation fossile, là où j'ai rencontré des *Stigmaria* et *Sigillaria Brardi*, quelques-uns des fragments étaient transformés en houille, les autres silicifiés. Les collections du Muséum possèdent un échantillon de *Psaronius espargeollensis* trouvé par la Société géologique de France, long de $4^{m},70$. C'est aussi dans ce champ que j'ai rencontré des fructifications de *Macrostachya*, des tiges de *Colpoxylon aeduense*, de *Medullosa elegans* et de nombreux fragments de *Psaronius*. C'est dans le champ de la Justice, voisin de celui des Espargeolles que Mgr Landriot a découvert le *Sigillaria elegans* (*Sigillaria Menardi*), étudié et décrit magistralement par Brongniart. Je pense que ces deux champs représentent les restes argilo-silicieux d'un sol de végétation fossile occupé jadis par des Fougères et des Sigillaires. Les forêts de l'époque houillère étaient donc formées surtout de Cryptogames arborescentes. D'autre part, on peut reconnaître que les sols de végétation fossile minéralisés comme ceux d'Autun peuvent former des sortes d'îlots où se sont concentrés certains genres de végétaux. Nous pouvons citer entre autres le champ des Borgis, situé près du domaine de Ménincourt à Autun, connu depuis longtemps comme la patrie des Calamites silicifiées arborescentes, décrites par Brongniart sous les noms de *Calamodendron*, d'*Arthropitus*, etc. Ces Cryptogames munies d'un *cambium* ([2]) ayant produit un bois secondaire, développé, homogène, comparé par de nombreux botanistes à celui des Gymnospermes ([3]).

» Les sols de végétation fossile permettront, par une étude patiente et approfondie, de résoudre un certain nombre de problèmes de Botanique.

» C'est ainsi que le gisement des Borgis, par la présence simultanée des tiges de *Colpoxylon aeduense* et de *Medullosa elegans* (*Stenzelia*), permet d'admettre que ces derniers fossiles sont des fragments de pétioles de *Colpoxylon*, tige de Fougère arborescente munie de bois rayonnant secondaire rappelant la disposition sinueuse du bois de certaines Cycadées. Les troncs de Fougères arborescentes du champ des Espargeolles ont permis de vérifier que les *Pecopteris* arborescentes appartenaient aux *Marattiacées*. Les services qu'ils rendront seront encore plus grands, car outre les racines ou rhizomes enfouis, il y a les pétioles des tiges tombées pendant sa formation, les graines ensevelies en même temps, rapportées avec exactitude aux plantes avec lesquelles on les rencontre, feront disparaître les divergences qui existent entre la délimitation des plantes cryptogames et des plantes phanérogames.

([1]) Lettre à M. Dumas à la suite d'une mission dans le Roannais confiée par l'Institut à M. Renault, 1877, t. LXXX, p. 1467.

([2]) Brongniart, Gœppert, Renault, Zittel, *Paléophytologie*.

([3]) Brongniart, Gœppert, Renault, Zittel, *Paléophytologie*.

» L'examen des sols fossiles de végétation nous a permis de constater (¹) que beaucoup de Cryptogames étaient hétérosporées. Avec les tiges de *Calamodendron*, d'*Arthropitus* et leurs rameaux, nous avons rencontré des petites graines cylindriques longues de quelques millimètres (*Stephanospermum*); le voisinage des graines et des rameaux peut laisser supposer quelque parenté.

» Ces graines curieuses ont toutes une chambre pollinique remplie de grains de pollen divisé. Le nucelle est muni de deux archégones placés symétriquement dans le plan principal marqué par deux faisceaux partant de la chalaze et s'élevant pour passer entre la chambre pollinique et les archégones du nucelle.

» *Conclusion*. — Des faits rappelés ci-dessus il semble résulter que les *Cryptogames* peuvent avoir eu plusieurs points de contact avec les *Phanérogames* : les *Colpoxylon* rappelant les Cycadées et les Fougères; les *Arthropitus* faisant songer aux Équisétacées et aux Conifères; enfin, les graines de *Gnetopsis*, à celles des Gnétacées (²). »

PHYSIQUE BIOLOGIQUE. — *Étude de la moelle épinière au moyen des rayons* N. Note de MM. **André Broca** et **A. Zimmern**.

« On sait que les rayons N sont émis par les divers organes surtout pendant leur fonctionnement et que ces rayons se manifestent par l'augmentation de l'éclat du sulfure de calcium phosphorescent. Nous avons alors pensé que l'étude au moyen de l'écran phosphorescent devait donner des résultats précieux dans l'étude des fonctions de la moelle épinière. On a, en effet, décrit dans celle-ci certains centres qui président à des fonctions organiques bien déterminées, comme le centre cilio-spinal, les centres vasomoteurs, le centre génito-spinal, le centre vésico-spinal. On est assez mal fixé sur la situation de beaucoup de ces centres, qui sont regardés comme diffus, s'étendant sur des segments assez étendus de la moelle.

» L'étude de la moelle au moyen des rayons N qu'elle émet nous a montré l'existence dans celle-ci de foyers d'activité bien limités tout à fait constants. Nous n'avons pu encore les identifier tous, mais nous avons pu du moins, pour deux d'entre eux, le centre génito-spinal et le centre vésico-spinal, avoir quelques données assez précises.

» Nous laissons de côté pour aujourd'hui la région cervicale qui est assez compliquée, et nous allons donner les résultats de l'étude de la moelle

(¹) B. Renault, *Comptes rendus*, mars 1902.

(²) *Notice sur les travaux scientifiques* de B. Renault, 1896, p. 146.

dorsale, lombaire et sacrée. L'étude a été faite au moyen du tube de plomb à localisation, indiqué par Charpentier, et dont l'un de nous a décrit un modèle pratique dans la séance du 9 mai.

» Nous avons commencé par marquer sur le dos de nos sujets les vertèbres dorsales et lombaires, en partant, comme il est classique de le faire, de la septième cervicale ou proéminente. Le sujet était couché sur le ventre pour amener autant que possible la résolution musculaire, et éviter ainsi l'émission des rayons N qui se produisent quand des ordres venus des centres supérieurs se propagent le long de la moelle.

» Dans ces conditions, nous avons pu, chez les sujets normaux, localiser les points suivants d'émission maxima des rayons N :

Deuxième dorsale, cinquième dorsale, onzième dorsale, deuxième lombaire, milieu du sacrum.

Ces points ont été retrouvés en examinant des hommes, des femmes, des chiens et des cobayes.

» Il est aisé de constater l'utilité qu'il y avait à étudier le sujet couché. Nous avons eu en effet, dans ce cas, des résultats toujours concordants et relativement aisés à établir; nous avons pu aussi vérifier que les mouvements des membres inférieurs masquaient complètement les phénomènes. Quand le sujet couché fait des mouvements énergiques des membres inférieurs et du bassin, toute la région lombaire et sacrée de la moelle émet des rayons N en grande quantité, et l'on ne peut plus distinguer aucune différence. Environ 30 secondes après la cessation des mouvements, tout revient à l'état normal et l'on peut recommencer à observer.

» Le point maximum de la deuxième dorsale correspond, selon toute probabilité, au centre cilio-spinal des auteurs. Le maximum de la deuxième lombaire correspond à la région dans laquelle se trouvent les centres génital, vésical, et de la défécation, d'après les auteurs classiques. Nous avons pu vérifier le fait pour les centres génital et vésical.

» Sur les sujets âgés, tous les foyers en général sont moins actifs, moins aisés à voir que sur les sujets jeunes; mais la différence est surtout grande pour le centre qui correspond à la deuxième lombaire. Celui-ci, au lieu d'être le plus brillant de tous, devient moins brillant que celui de la onzième dorsale. C'est là bien probablement le centre génito-spinal et ce dernier fait vient à l'appui de cette croyance.

» Nous l'avons vérifié sur des femmes qui avaient subi diverses opérations.

» Dans un premier cas, le sujet avait été opéré 25 jours auparavant; on avait pratiqué l'hystérectomie abdominale totale. La malade avait donc ses ovaires, qui n'avaient pu entrer encore en régression; elle donnait une émission normale de rayons N.

» Dans un second cas, le sujet avait été ovariotomisé depuis plusieurs années, et il a donné lieu à une observation extrêmement intéressante que nous donnons en détail.

» A un premier examen B. trouve le centre de la deuxième lombaire peu marqué. Puis, Z., reprenant l'examen, trouve le centre lombaire nettement marqué. B. recommençant vérifie cette dernière observation. Un doute s'élevant, les deux observateurs sortent de la chambre noire pour conférer sur ce fait qu'ils ne comprennent pas. La malade en profite pour uriner, et elle urine abondamment. L'examen repris immédiatement montre aux deux observateurs *la suppression complète de toute illumination par la moelle lombaire.*

» Cette femme, sans ovaires depuis plusieurs années, a donc sa moelle lombaire complètement inactive quand elle n'éprouve pas le besoin d'uriner et, au contraire, lorsque le besoin d'uriner se fait sentir, la moelle lombaire est le siège d'un fonctionnement d'autant plus intense que le besoin est plus impérieux. Des examens ultérieurs pourront peut-être permettre des localisations plus précises, et la distinction exacte des deux centres dont nous venons de parler. La localisation tout à fait précise n'avait pas été faite, en effet, dans la chambre noire, l'observation ayant été fortuite; nous ne pouvons donc affirmer la place exacte du centre observé chez cette femme. Nous pouvons seulement dire qu'il est très voisin du point où nous observons en général le centre génito-spinal, ce qui est admis par les auteurs.

» Nous conclurons des observations préliminaires précédentes que l'examen de la moelle au moyen des rayons N permet de contrôler sur l'homme vivant l'existence des centres médullaires, et même d'avoir une notion précieuse sur leur degré d'activité. »

HISTOLOGIE. — *Sur la présence de noyaux géminés dans les cellules de divers tissus chez le cobaye.* Note de **Maurice Pacaut**, présentée par M. Joannes Chatin.

« On considère généralement la cellule animale comme pourvue d'un seul noyau. Quelques exceptions ont pourtant été relevées; une des premières fut signalée par Schwalbe (1868) dans les fibres lisses de la vessie du chien. Peu après suivent les observations de Stricker (1871) portant sur la présence de 2 noyaux dans les cellules des ganglions sympathiques; Severin (1886) décrit dans la langue et la muqueuse palatine du lapin de nombreuses divisions directes à la suite desquelles les deux noyaux restent dans le cytoplasme sans que celui-ci se divise. Van Gehuchten (1898) et Sano (1901) signalent chacun un cas de cellule nerveuse binucléée dans un ganglion spinal, le premier chez le lapin (normal), le second chez l'homme (pathologique). Il faut rapprocher de ces faits l'observation de

cellules nerveuses binucléées chez le cobaye adulte, par Perrin de la Touche et Dide (1901). Enfin, des cellules bi- ou polynucléées sont depuis longtemps connues dans un certain nombre de glandes, dans la rate, la moelle des os, etc. Mais, sauf ces derniers cas, la présence de deux noyaux dans une même cellule à l'état statif est généralement considérée comme un fait anormal.

» A la suite de recherches sur les principaux organes du cobaye, j'ai été amené à penser que, au moins chez cet animal, ce processus, loin d'être une exception, peut être généralisé. Si par exemple on fait des coupes de la portion cardiaque de l'œsophage, on est frappé de la proportion énorme (jusqu'à 90 pour 100 environ chez un sujet) des cellules binucléées. Severin, qui les observa dans la langue, sans du reste en donner une description précise, ne les mentionne pas dans l'œsophage. Il note seulement qu'on en trouve dans toute l'épaisseur de l'épithélium, mais que toujours elle sont très rares dans les couches profondes.

» Voici, pour ma part, les résultats de mes recherches :

» Ces noyaux proviennent de la division directe des noyaux de l'épithélium. Cette division peut s'effectuer dans l'assise la plus profonde, mais c'est surtout un peu au-dessus d'elle que ces figures d'amitose sont nombreuses. L'orientation des deux noyaux fils, l'un par rapport à l'autre, n'y suit aucune loi fixe. Le processus est le suivant : le noyau, généralement arrondi, s'allonge légèrement; la chromatine s'y condense en un certain nombre de petites masses (2 à 12 en moyenne) qui se portent en quantités approximativement égales dans les deux moitiés du noyau. Quand il n'y a qu'un nucléole, celui-ci se divise en deux par un étranglement. Puis, généralement tout autour du petit équateur du noyau, plus rarement d'un seul côté, apparaît un sillon dont le fond présente souvent de très fines ponctuations. Ce sillon, s'accentuant rapidement, finit par diviser complètement le noyau. Souvent on peut observer une masse chromatique accolée à cette cloison néoformée. Jamais je n'ai pu apercevoir le centrosome dans ces amitoses. Une fois les deux noyaux individualisés, ou bien (et c'est de beaucoup le cas le plus fréquent) ils restent accolés et évoluent ensemble et parallèlement; ou bien, au bout d'un certain temps, ils peuvent se séparer, en restant dans la même cellule, et évoluent encore simultanément. Je n'ai jamais pu constater d'une façon indiscutable un cloisonnement ultérieur de la cellule. A aucun moment la membrane nucléaire ne disparaît. Le noyau, au cours même de l'amitose, augmente généralement de volume en prenant un aspect plus vésiculeux et moins colorable. Il refoule à la périphérie les fibrilles intraprotoplasmiques qui se prolongent dans les filaments d'union, qui forment ainsi une sorte de coque filamenteuse plus serrée.

» Je proposerai, pour ces noyaux, à évolution si particulière et toujours parallèle, le nom de noyaux *géminés*, qui, tout en ne préjugeant rien de leur signification, rappelle leur caractère morphologique le plus net.

» L'amitose qui leur donne naissance n'exclut, du reste, pas la mitose, et l'on voit fréquemment côte à côte ces deux modes de division. Mais ces noyaux, d'origine amitotique, sont-ils susceptibles de se diviser ultérieurement? Severin déclare n'avoir jamais vu que des cellules binucléées, jamais de polynucléées. Or, dans un nombre de cas relativement assez grand, j'ai observé des noyaux *trigéminés,* c'est-à-dire formés de la juxtaposition de 3 noyaux. Ceux-ci ne se forment pas par un double cloisonnement simultané du noyau primitif, car on peut trouver des formes où l'un des noyaux, d'un système bigéminé, prend la forme en biscuit, indice d'une division prochaine. Du reste, les 3 noyaux peuvent affecter des rapports de position variables; généralement, il sont en ligne droite, mais ils peuvent se disposer suivant une courbe plus ou moins fermée. Sans insister davantage sur la présence de ces noyaux trigéminés, je me contenterai de signaler leur importance, car ils nous prouvent que les noyaux de provenance amitotique peuvent encore, dans la suite, se diviser amitotiquement.

» Peuvent-ils le faire caryokinétiquement? Sans avoir jamais pu observer d'images absolument précises à ce sujet, je ne le crois pas; car, au niveau du *stratum germinativum,* les noyaux géminés sont toujours accolés, et jamais je n'ai pu voir de rapports entre une figure caryokinétique et un système bigéminé, ni, d'autre part, dans les éléments d'un tel système, aucune des modifications qui précèdent une mitose.

» Il faut encore signaler, à côté des noyaux géminés par amitose normale, d'autres provenant d'amitoses anormales, où le sillon partage le noyau en deux portions inégales, de sorte que parfois il semble se produire un véritable bourgeonnement.

» Quant à la destinée ultérieure des cellules à noyaux soit *bi* soit *tri* géminés, elle ne diffère pas de celle des cellules normales : c'est la dégénérescence cornée. La présence de deux noyaux ne m'a pas semblé influer d'une façon appréciable sur la formation de l'éléidine. Peut-être pourtant celle-ci est-elle un peu plus précoce et plus abondante; mais le phénomène est loin d'être net.

» Toute cette description, empruntée à l'œsophage, serait identique pour la langue ou la peau, à cette différence près que les noyaux trigéminés y sont beaucoup plus rares. Quant aux noyaux bigéminés, j'ai pu généraliser, et les retrouver, quoique en nombre beaucoup moindre, dans la plupart des tissus : glandes gastriques, épithélium intestinal, cellules et voies hépatiques, divers ordres de cellules pancréatiques, glandes sudoripares, rein, vessie, uretère, poumon, corps thyroïde, thymus, rate, ganglions sympathiques et spinaux, cellules de la substance grise, cellules interstitielles du testicule et de l'ovaire, placenta, etc.

» Il reste enfin à élucider la signification de ces noyaux géminés; tel est l'objet des recherches que je poursuis actuellement. »

EMBRYOLOGIE GÉNÉRALE. — *De la lumière, de l'aliment et de la chlorophylle, comme facteurs modificateurs du développement des Amphibiens.* Note de M. **Georges Bohn**, présentée par M. Alfred Giard.

« De l'œuf de la *Rana temporaria* sort un *embryon* cilié, qui acquiert rapidement des branchies externes et un appendice natateur musculaire, et qui se métamorphose du cinquième au huitième jour en un *têtard*, operculé et muni d'un bec corné; une croissance rapide accompagne la fin de cette métamorphose et la suit.

» Influence de la lumière sur la croissance et l'inanition ([1]). — 1° Quelle que soit l'époque du développement où les rayons lumineux agissent (action de courte durée et pas trop intense) sur l'embryon (dans l'œuf ou en dehors), leur action commence seulement à se *manifester nettement* le cinquième jour après l'éclosion et s'accentue pendant la métamorphose. Une variation d'éclairement qui a eu lieu avant le cinquième jour ne donne lieu qu'à des *manifestations tardives*, d'autant plus tardives qu'elle a lieu plus tôt; une variation qui a lieu après le cinquième jour donne lieu à des *manifestations immédiates*. Il en est de même pour les rayons cathodiques émis par le radium ([2]).

» 2° *Les manifestations tardives d'une augmentation de l'éclairement consistent en une excitation de la croissance*, quand la larve a à sa disposition des aliments.

» D'œufs insolés (12 heures) sortent des embryons sensiblement de même taille que ceux éclos d'œufs maintenus à l'obscurité; le développement se poursuit parallèlement, mais le cinquième jour il y a déjà une augmentation de croissance des premiers; celle-ci devient très considérable pendant et après la métamorphose.

» 3° *Les manifestations immédiates d'une augmentation d'éclairement consistent en une excitation de la croissance suivie d'une inhibition de la croissance.*

» Si l'on soumet à l'insolation les embryons un peu avant que la métamorphose ne commence (4e jour), il y a d'abord une augmentation de croissance (5e jour), puis une diminution de croissance (5e-8e jour); si l'insolation a lieu pendant la métamorphose, les effets sont plus intenses, et, la période d'excitation étant presque inappréciable, on n'observe guère qu'une diminution de croissance très intense, parfois un arrêt.

» 4° *Les manifestations tardives peuvent se superposer aux manifestations immédiates*, quand l'augmentation d'éclairement a une certaine durée.

» Si les embryons sont insolés les premiers jours après l'éclosion, le 5e jour il y a une légère diminution de croissance (effet immédiat d'une insolation qui cesse), du 5e

([1]) Voir Bohn, *Société de Biologie*, 23 avril 1904, p. 663, et 7 et 14 mai 1904.
([2]) Bohn, *Comptes rendus*, 27 avril 1903.

au 8e jour il y a au contraire une augmentation assez considérable de croissance (effet tardif).

» 5° *Les manifestations tardives d'une augmentation d'éclairement consistent en un dépérissement de la larve, quand celle-ci n'a pas d'aliment à sa disposition.*

» Les têtards qui proviennent d'œufs insolés meurent rapidement de l'inanition, surtout à la lumière; ceux qui sont issus d'œufs élevés à l'obscurité résistent, surtout à l'obscurité; dans ce dernier cas, les têtards de Crapaud subissent de curieuses transformations : le corps continue à s'accroître aux dépens de la queue.

» Influence de l'alimentation sur la métamorphose ([1]). — En diminuant ou en augmentant la quantité du seul aliment assimilable par l'embryon (coques des œufs), on accélère ou l'on retarde la métamorphose en têtard. Par une alimentation abondante, on obtient de gros embryons de 12 jours, qui viennent déjà respirer l'air en nature, bien qu'ils possèdent encore des houppes branchiales; mais celles-ci disparaissent en quelques heures si l'on supprime l'aliment, et non si l'on remplace l'eau pure par de l'eau impure. D'après Power, on peut de même transformer des Axolotls en Amblystomes en cessant de les nourrir, et non en essayant la dessiccation et l'asphyxie.

» Curieuse influence des algues vertes associées a l'embryon ([2]). — L'œuf peut être envahi par des algues vertes unicellulaires qui viennent se grouper sur deux sphères concentriques, l'une contre la surface interne de la coque, l'autre au milieu de la coque. Pendant l'insolation, les œufs viennent flotter à la surface grâce aux bulles d'oxygène qui se dégagent à l'extérieur; l'embryon est soumis à l'action de l'oxygène qui se dégage à l'intérieur de la coque et est soustrait par le double écran de chlorophylle à l'action de nombreuses radiations solaires. Dans ces conditions : 1° les branchies se développent peu (pas de houppes); 2° l'éclosion est plus ou moins tardive (la métamorphose en têtard peut s'accomplir dans la coque de l'œuf); 3° la croissance, à partir de la métamorphose, est fortement ralentie; le pigment se développe peu.

» Résumé. — Cette Note fait connaître : 1° certaines lois de l'action de la lumière sur le développement des Amphibiens; 2° les curieuses manifestations tardives de cette action, comparables à celles observées dans l'action du radium; 3° une nouvelle théorie de la métamorphose, *inanition* (Power), et *non asphyxie;* 4° un curieux cas de *pœcilogonie* (Giard) qui trouve son explication dans une *symbiose.* »

HYGIÈNE. — *Sur un mode d'épuration bactérienne des eaux de source et de rivière au moyen des sables fins.* Note de MM. **P. Miquel** et **H. Mouchet**, présentée par M. Roux.

« Le procédé que nous allons décrire diffère essentiellement de ceux qui sont actuellement employés dans de nombreuses villes d'Europe et

---

([1]) Voir Bohn, *Société de Biologie,* 23 avril 1904, p. 661.

([2]) Voir Bohn, *Société de Biologie,* 7 mai 1904.

d'Amérique pour l'épuration des eaux de lacs et de rivières que l'on veut rendre propres à l'alimentation.

» Ce procédé s'applique aussi bien à l'épuration des eaux de source qu'à la filtration des eaux circulant à découvert et qui peuvent, durant leur trajet, devenir l'objet de puissantes contaminations; il rappelle le mode d'épuration par le sol des eaux usées et celui qui a été préconisé par M. Janet, Ingénieur des mines, pour purifier les eaux dans les régions où une forte couche de sable recouvre des terrains imperméables.

» Notre procédé consiste à diriger les eaux suspectes ou impures au-dessus d'une masse homogène de sable très fin, de 1^{m} d'épaisseur environ, soutenue par une couche de gravier convenablement drainée.

» L'eau distribuée aussi uniformément que possible à la surface du filtre disparaît rapidement et abandonne dans les premières couches de sable les bactéries et les particules solides qu'elle charrie. Après avoir cheminé lentement sous l'action de la pesanteur dans le sable fin, elle s'échappe librement de la base du filtre, parfaitement clarifiée et épurée au point de vue bactériologique.

» Nos essais ont porté avec un égal succès sur les eaux de source déjà claires, mais chargées d'espèces suspectes, et sur des eaux très impures, comme celle du canal de l'Ourcq, qui renferme à peu près 10000 bacilles du côlon par litre. Nous devons déclarer que jamais ces bactéries n'ont été retrouvées dans les eaux ainsi traitées.

» Ces sortes de bassins épurateurs, d'une construction simple et aisée, nous paraissent pouvoir être établis sur les échelles les plus diverses. Ils n'ont, pour ainsi dire, besoin d'aucune surveillance; ils n'offrent aucune fragilité et leur bon fonctionnement est assuré quand la quantité d'eau que l'on distribue uniformément à leur surface ne dépasse pas un volume que nous considérons actuellement comme voisin de 400^{cm^3} par mètre carré et par minute, ce qui correspond à une tranche d'eau de 576^{mm} par 24 heures.

» Nous estimons que le procédé d'épuration qui vient d'être brièvement décrit peut être utilisé avec profit pour obtenir facilement des eaux d'alimentation dépourvues de toute nocuité au point de vue microbien. »

M. F. **Marceau** adresse une Note « Sur la structure des muscles adducteurs des Lamellibranches ».

M. Ch. **Seuffert** adresse un Mémoire ayant pour titre : « De la possibilité d'un auto-moteur magnétique ou tourniquet magnétique ».

Ce Mémoire est renvoyé à l'examen de M. Violle.

La séance est levée à 4 heures un quart.

M. B.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

Ouvrages reçus dans la séance du 2 mai 1904.

(Suite.)

Annuario del Circolo matematico di Palermo, 1904, anno XXI[e] della sua fondazione. Palerme; 1 fasc. in-8°.

Further researches ou the temperature classification of stars, by Sir Norman Lockyer. (Extr. des *Proceedings of the Royal Society*, vol. LXXIII.) 1 fasc. in-8°.

Sur les grandes valeurs de la force répulsive du Soleil, par Th. Brédikhine. (*Bull. de l'Acad. imp. des Sciences de Saint-Pétersbourg;* t. XX, n° 1, janvier 1904.) 1 fasc. in-4°.

Beobachtungen und Photogramme des neuen Sterns « Nova Persei » (3.1901), zweite Mittheilung von Karl Bohlin; mit 1 Tafel. (*Astronomiska iakttagelser och undersökningar a Stockholms observatorium;* Bd. VIII, n° 1.) Stockholm, 1903; 1 fasc. in-4°.

Observations météorologiques suédoises, publiées par l'Académie royale des Sciences de Suède; vol. XLIII, 1901. Stockholm, 1903; 1 fasc. in-4°.

Bulletin mensuel de l'Observatoire météorologique de l'Université d'Upsal; vol. XXXV, année 1903, par H. Hildebrand Hildebrandsson. Upsal, 1903-1904; 1 fasc. in-4°.

Publications of the United States naval Observatory; second series, vol. V. Washington, 1903; 1 vol. in-4°.

Monthly weather Review, vol. XXXII, n° 1, january 1904. Washington; 1 fasc. in-4°.

Publications of the earthquake investigation Committee, in foreign languages; n° 15. Tokio, 1904; 1 fasc. in-8°.

Arkiv för Botanik, utgifvet of K. Svenska Vetenskaps-Akademien; Band. I, Häfte 4. Stockholm, 1904; 1 fasc. in-8°.

Memoirs of the geological Survey of India. Palæontologia Indica; series XV. *Himalayan fossils :* Vol. I, part 5 : *Permian fossils of the central Himalayas,* plates I-X, by Carl Diener. Vol. IV, *The fauna of the Spiti shales,* p. 1-132 and plates I-XVIII, by Victor Uhlig. Calcutta, 1903; 2 vol. in-f°.

Mémoires couronnés et autres Mémoires publiés par l'Académie royale de Médecine de Belgique; t. XVI. Bruxelles, 1904; 1 vol. in-8°.

Casopis pro pestovani mathematiky a fysiky; Roc. XXXIII, cislo 1-3. Prague, 1903; 3 fasc. in-8°.

ERRATA.

(Séance du 21 mars 1904.)

Note de M. *F. Hocevar,* Sur les formes décomposables en facteurs linéaires :

Page 745, ligne 8, *au lieu de* $F(x_1, x_2, \ldots, x_n)$, *lisez* $f(x_1, x_2, \ldots, x_n)$.
Même page, ligne 20, *au lieu de* p racines, *lisez* m racines.

(Séance du 2 mai 1904.)

Note de MM. *P.-Th. Muller* et *Ed. Bauer,* Sur l'acide cacodylique et les corps amphotères :

Page 1100, ligne 1, *au lieu de* l'action, *lisez* l'anion.
Même page, ligne 20, *au lieu de* ce système, *lisez* en système.
Même page, ligne 28, *au lieu de* il en suit, *lisez* il s'ensuit.

N° 20.

TABLE DES ARTICLES. (Séance du 16 mai 1904.)

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS
DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

NOMINATIONS.

CORRESPONDANCE.

N° 20.

SUITE DE LA TABLE DES ARTICLES.

PARIS. — IMPRIMERIE GAUTHIER-VILLARS.
Quai des Grands-Augustins, 55.

Le Gérant Gauthier-Villars.

1904

PREMIER SEMESTRE.

COMPTES RENDUS

HEBDOMADAIRES

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES

PAR MM. LES SECRÉTAIRES PERPÉTUELS.

TOME CXXXVIII.

N° 21 (24 Mai 1904).

PARIS,

GAUTHIER-VILLARS, IMPRIMEUR-LIBRAIRE

DES COMPTES RENDUS DES SÉANCES DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES,

Quai des Grands-Augustins, 55.

1904

RÈGLEMENT RELATIF AUX COMPTES RENDUS,

ADOPTÉ DANS LES SÉANCES DES 23 JUIN 1862 ET 24 MAI 1875.

Les *Comptes rendus hebdomadaires des séances de l'Académie* se composent des extraits des travaux de ses Membres et de l'analyse des Mémoires ou Notes présentés par des savants étrangers à l'Académie.

Chaque cahier ou numéro des *Comptes rendus* a 48 pages ou 6 feuilles en moyenne.

26 numéros composent un volume.

Il y a deux volumes par année.

ARTICLE 1er. — *Impression des travaux de l'Académie.*

Les extraits des Mémoires présentés par un Membre ou par un Associé étranger de l'Académie comprennent au plus 6 pages par numéro.

Un Membre de l'Académie ne peut donner aux *Comptes rendus* plus de 50 pages par année.

Les communications verbales ne sont mentionnées dans les *Comptes rendus*, qu'autant qu'une rédaction écrite par leur auteur a été remise, séance tenante, aux Secrétaires.

Les Rapports ordinaires sont soumis à la même limite que les Mémoires; mais ils ne sont pas compris dans les 50 pages accordées à chaque Membre.

Les Rapports et Instructions demandés par le Gouvernement sont imprimés en entier.

Les extraits des Mémoires lus ou communiqués par les correspondants de l'Académie comprennent au plus 4 pages par numéro.

Un Correspondant de l'Académie ne peut donner plus de 32 pages par année.

Dans les *Comptes rendus*, on ne reproduit pas les discussions verbales qui s'élèvent dans le sein de l'Académie; cependant, si les Membres qui y ont pris part désirent qu'il en soit fait mention, ils doivent rédiger, séance tenante, des Notes sommaires, dont ils donnent lecture à l'Académie avant de les remettre au Bureau. L'impression de ces Notes ne préjudicie en rien aux droits qu'ont ces Membres de lire, dans les séances suivantes, des Notes ou Mémoires sur l'objet de leur discussion.

Les Programmes des prix proposés par l'Académie sont imprimés dans les *Comptes rendus*, mais les Rapports relatifs aux prix décernés ne le sont qu'autant que l'Académie l'aura décidé.

Les Notices ou Discours prononcés en séance publique ne font pas partie des *Comptes rendus*.

ARTICLE 2. — *Impression des travaux des Savants étrangers à l'Académie.*

Les Mémoires lus ou présentés par des personnes qui ne sont pas Membres ou Correspondants de l'Académie peuvent être l'objet d'une analyse ou d'un résumé qui ne dépasse pas 3 pages.

Les Membres qui présentent ces Mémoires sont tenus de les réduire au nombre de pages requis. Le Membre qui fait la présentation est toujours nommé; mais les Secrétaires ont le droit de réduire cet Extrait autant qu'ils le jugent convenable, comme ils le font pour les articles ordinaires de la correspondance officielle de l'Académie.

ARTICLE 3.

Le *bon à tirer* de chaque Membre doit être remis à l'imprimerie le mercredi au soir, ou, au plus tard, le jeudi à 10 heures du matin; faute d'être remis à temps, le titre seul du Mémoire est inséré dans le *Compte rendu* actuel, et l'extrait est renvoyé au *Compte rendu* suivant, et mis à la fin du cahier.

ARTICLE 4. — *Planches et tirage à part.*

Les *Comptes rendus* n'ont pas de planches.

Le tirage à part des articles est aux frais des auteurs; il n'y a d'exception que pour les Rapports et les Instructions demandés par le Gouvernement.

ARTICLE 5.

Tous les six mois, la Commission administrative fait un Rapport sur la situation des *Comptes rendus* après l'impression de chaque volume.

Les Secrétaires sont chargés de l'exécution du présent Règlement.

Les Savants étrangers à l'Académie qui désirent faire présenter leurs Mémoires par MM. les Secrétaires perpétuels sont priés de les déposer au Secrétariat au plus tard le Samedi qui précède la séance, avant 5h. Autrement la présentation sera remise à la séance suivante

ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU MARDI 24 MAI 1904,

PRÉSIDENCE DE M. MASCART.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

PHYSICO-CHIMIE. — *Sur les limites de sensibilité des odeurs et des émanations;* par M. BERTHELOT.

« 1. Les découvertes qui se multiplient chaque jour dans l'étude des émanations soulèvent une question capitale, celle de l'ordre de grandeur des quantités de matière manifestées par cet ordre de phénomènes. Quelques personnes qui s'occupent de ces intéressants problèmes ont pensé qu'il pourrait être utile de comparer ces quantités de matière avec celles qui sont manifestées par les odeurs, et avec les limites de sensibilité établies à cet égard par les expériences précises que j'ai publiées en 1901 dans les *Annales de Chimie et de Physique*, 7e série, Tome XXII, p. 460.

» 2. Je rappellerai que ces expériences ont été exécutées en examinant l'odeur acquise par l'air contenu dans une jauge de *un centimètre cube*, isolée de tout autre vase; c'est-à-dire sur un volume parfaitement défini de gaz mis en contact avec les organes olfactifs, et contenant lui-même un poids exactement connu de matière odorante. Il est indispensable pour ce genre d'essais de définir rigoureusement les deux données de volume et de poids dans les expériences.

» 3. Si l'on veut rendre ces données comparables à celles des études sur les émanations, il convient de tenir compte du poids initial de matière à émanation et du volume gazeux dans lequel cette émanation se trouve répartie au bout d'un temps donné; ce volume étant complètement renouvelé lors de chaque opération d'extraction de l'émanation, lorsqu'on cherche à épuiser celle-ci par voie de distillation à travers des tubes et robi-

nets convenablement disposés, c'est-à-dire en agissant dans les conditions ordinaires de ce genre d'opérations.

» 4. Ceci étant admis, prenons un exemple précisé par mes expériences, celui de l'iodoforme, dont chacun connaît l'odeur tenace et pénétrante, ainsi que la faible volatilité.

» D'après les mesures exactes relatées dans mon Mémoire, la limite de sensibilité de l'organe olfactif de l'opérateur était voisine d'un centième de billionième de gramme, contenu dans la jauge d'un centimètre d'air. Il fallait plusieurs heures pour que l'odeur, introduite au centre d'un vase, parvînt à l'extrémité du tube plus étroit, au fond duquel était déposée la jauge exploratrice. La circulation de l'air avait lieu d'ailleurs librement entre le vase, le tube et la jauge.

» 5. Supposons maintenant une expérience exécutée avec l'iodoforme, dans des conditions analogues à celles de la distillation d'un corps à émanation : un gramme de matière, par exemple, étant déposé dans une petite capacité, communiquant par un tube distillatoire pourvu de robinet avec un récipient d'une capacité de 100 centimètres cubes, où la matière volatilisée est recueillie. Admettons, pour préciser les idées, qu'il faille 1 heure pour que cet espace renferme une dose de matière odorante, susceptible d'être manifestée avec la jauge d'un centimètre cube; le récipient étant enlevé au bout de ce temps et remplacé par un récipient semblable, sur lequel on exécute une seconde opération, et ainsi de suite.

» Dans les conditions ainsi définies, un gramme d'iodoforme perdrait un billionième de gramme en une heure. En répétant les opérations pendant une année entière, d'une façon continue, il perdra $365 \times 24 = 8760$ billioniémes de gramme, soit une quantité un peu inférieure à un centième de milligramme. Il faudrait dès lors cent années pour que le gramme de matière eût perdu un milligramme.

» Si l'on avait opéré avec le musc, les poids perdus seraient beaucoup plus petits : mille fois peut-être, d'après certaines estimations, non accompagnées d'ailleurs de pesées aussi précises que les précédentes.

» Je donne ces chiffres uniquement à titre comparatif et pour montrer combien il serait délicat de conclure à la décomposition d'un élément chimique, d'après l'apparition de certaines propriétés d'un autre élément, telles que les caractères spectroscopiques. Quelle que soit d'ailleurs la certitude de ce genre de mesures, leur sensibilité est de l'ordre de celle des caractères olfactifs. Des traces extrêmement minimes de corps étrangers contenus dans une masse principale constituée par un élément, bien défini

d'ailleurs, peuvent être constatées de cette façon, sans qu'il soit facile ou même praticable d'en épuiser cette masse principale; même si elle ne renfermait qu'un poids inférieur à un millième de ces corps étrangers. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur le γ-diphénylanthracène et le dihydrure de γ-diphénylanthracène symétriques.* Note de MM. **A. Haller** et **A. Guyot**.

« Dans notre dernière Communication (¹), nous avons montré les conditions dans lesquelles il faut se placer pour obtenir du dihydrure d'anthracène γ-dihydroxylé-γ-diphénylé symétrique (²), et nous avons émis l'hypothèse que la formation de ce dérivé pouvait être précédée de celle du phényloxanthranol. En effet, si l'on fait tomber goutte à goutte d'un entonnoir à robinet une solution éthérée de bromure de phénylmagnésium dans de l'éther anhydre tenant en suspension un léger excès d'anthraquinone, qu'on chauffe pendant quelque temps et qu'on traite finalement par de l'acide chlorhydrique très étendu, on obtient après filtration, pour séparer l'excès d'anthraquinone, et évaporation de l'éther une abondante cristallisation de phényloxanthranol presque pur qui a été identifié avec le phényloxanthranol de M. Baeyer (²).

» Il en possède le point de fusion (207, non corr.) et la composition.

» Ce phényloxanthranol soumis à son tour à l'action du bromure de phénylmagnésium fournit, avec un rendement de 50 pour 100 seulement, le *diol* symétrique avec toutes les propriétés décrites antérieurement. Nous attribuons ce mauvais rendement à l'influence perturbatrice exercée par le OH carbinolique du phényloxanthranol, cet hydroxyle agissant lui-même sur le bromure de phénylmagnésium. En effet, lorsqu'on remplace dans cette préparation le phényloxanthranol par un éther méthylique (³)

$$\begin{array}{c} CH^3O \quad C^6H^5 \\ \diagdown \diagup \\ C \\ C^6H^4 - \langle \rangle C^6H^4 \\ CO \end{array}$$

(¹) A. Haller et A. Guyot, *Comptes rendus*, t. CXXXVIII, p. 327.

(²) C'est par erreur que, dans notre dernière Communication, nous avons attribué aux solutions de ce diol une forte fluorescence bleu violacé. Le produit pur n'est pas fluorescent, mais il le devient rapidement par réduction au contact d'un grand nombre de substances organiques.

(³) A. Haller et A. Guyot, *Bull. Soc. chim.*, 3e série, t. XVII, 1897, p. 877.

on obtient, avec un rendement presque théorique, l'*éther monométhylique du dihydrure d'anthracène γ-dihydroxylé, γ-diphénylé symétrique*

$$\begin{array}{c} CH^3O \diagdown \quad \diagup C^6H^5 \\ C \\ C^6H^4 \langle \quad \rangle C^6H^4 \\ HO\,C \\ \diagdown C^6H^5 \end{array}$$

Ce composé se présente sous la forme de beaux cristaux incolores, fondant à 274° (non corr.), également solubles en bleu indigo dans l'acide sulfurique concentré, et possédant la plupart des réactions du diol lui-même.

» L'*éther dichlorhydrique du diol* $\begin{array}{c} \diagup C^6H^5 \\ Cl\,C \\ C^6H^4 \langle \quad \rangle C^6H^4 \\ C \\ Cl \diagup \quad \diagdown C^6H^5 \end{array}$ se précipite en feuillets nacrés, fondant vers 178°, en se décomposant, lorsqu'on traite par l'alcool chlorhydrique une solution du diol dans l'acide acétique cristallisable et bouillant. On peut remplacer, dans cette préparation, le diol par son éther monométhylique, mais le rendement est moins satisfaisant. Il se dissout également en bleu dans l'acide sulfurique avec dégagement de HCl et possède une tendance très prononcée à se transformer en diphénylanthracène par perte de 2[at] de chlore :

$$\begin{array}{c} Cl \diagdown \quad \diagup C^6H^5 \\ C \\ C^6H^4 \langle \quad \rangle C^6H^4 \\ C \\ Cl \diagup \quad \diagdown C^6H^5 \end{array} = Cl^2 + \begin{array}{c} \diagup C^6H^5 \\ C \\ C^6H^4 \langle \; | \; \rangle C^6H^4. \\ C \\ \diagdown C^6H^5 \end{array}$$

C'est donc un agent oxydant et chlorurant énergique qui réagit vivement sur la plupart des amines et des phénols, qui oxyde et transforme la diméthylaniline en colorants violets. Nous avons pu isoler, dans presque toutes ces réactions, du *γ-diphénylanthracène symétrique :*

$$\begin{array}{c} \diagup C^6H^5 \\ C \\ C^6H^4 \langle \quad \rangle C^6H^4. \\ C \\ \diagdown C^6H^5. \end{array}$$

Ce carbure s'obtient beaucoup plus facilement, et très pur du premier jet, lorsqu'on traite une solution acétique et bouillante du diol par du zinc en

poudre, ou par de l'iodure de potassium. Dans ce dernier cas, il y a mise en liberté d'iode

$$\begin{array}{c} \quad C^6H^5 \\ HOC\diagup \\ C^6H^4\langle\rangle C^6H^4 \\ HOC\diagdown \\ \quad C^6H^5 \end{array} + 2HI = 2H^2O + I^2 + \begin{array}{c} \quad C^6H^5 \\ C\diagup \\ C^6H^4\langle\rangle C^6H^4. \\ C\diagdown \\ \quad C^6H^5 \end{array}$$

» Il prend encore naissance par réduction de l'éther monométhylique du diol, par simple fusion de l'éther dichlorhydrique décrit plus haut, par l'oxydation à l'air du dihydrure correspondant. Enfin, nous avons également observé sa formation en quantité considérable, par ébullition prolongée d'une solution de diol dans la nitrobenzine commerciale.

» Le produit pur cristallise dans le sulfure de carbone en volumineux cristaux d'un jaune ambré ressemblant aux octaèdres du soufre; il fond à 240° (non corrigé) et se sublime sans décomposition vers 270°. Il ne donne plus de coloration avec l'acide sulfurique, mais se sulfone facilement. La benzine et ses homologues le dissolvent, tandis qu'il est très peu soluble dans l'acide acétique glacial et l'alcool. Toutes ses solutions (à l'exception de celles dans le sulfure de carbone) ainsi que les solutions aqueuses de ses dérivés sulfonés possèdent une fluorescence bleu violacé de toute beauté. On sait que l'anthracène et le phénylanthracène manifestent également en solution une fluorescence bleu violacé. Il régénère le diol primitif lorsqu'on le traite par le bichromate de potasse en solution acétique.

» *Dihydrure d'anthracène diphénylé symétrique* : $C^6H^4\langle\begin{array}{c} HC\langle^{C^6H^5} \\ HC\langle_{C^6H^5} \end{array}\rangle C^6H^4$. — Ce composé résulte de l'action prolongée de l'amalgame de sodium sur le carbure précédent mis en suspension dans l'alcool. L'opération est terminée lorsque la fluorescence de la liqueur a disparu.

» Pour l'obtenir cristallisé on le dissout dans le toluène bouillant et l'on ajoute de l'alcool à la dissolution. Il se dépose alors sous la forme de fines aiguilles qui ne jouissent plus de la fluorescence quand elles sont fraîchement préparées, mais dont les solutions ne tardent pas à redevenir fluorescentes, phénomène qui doit être attribué à une oxydation de l'hydrure du diphénylanthracène. Ce dernier carbure semble donc être le terme

stable vers lequel tendent tous les composés que nous venons d'étudier.

» Comme la plupart des hydrures appartenant à cette classe de composés, le dihydrure de diphénylanthracène perd de l'hydrogène quand on le chauffe à une température élevée. Aussi n'avons-nous pas réussi à déterminer avec certitude le point de fusion de ce corps. Cette constante, prise sur un échantillon fraîchement préparé, bien cristallisé et séché dans le vide à l'abri de la lumière, est de 218°.

» Notre produit ne semble donc pas être identique au dihydrure de diphénylanthracène symétrique, fondant à 164°,2, obtenu par Linebarger dans l'action du chlorure de benzylidène sur le triphénylméthane en présence du chlorure d'aluminium [1]. »

PHYSIQUE. — *Sur quelques faits nouveaux observés au moyen d'un écran phosphorescent.* Note de M. E. **Bichat**.

« L'observation des effets produits sur un écran à sulfure de calcium phosphorescent par l'ozone ou par le gaz de l'air liquide m'engagea à rechercher si d'autres gaz ne produiraient pas un effet analogue. Ces corps, préparés sans prendre de précautions spéciales pour leur dessiccation, étaient renfermés dans des tubes en verre mince scellés à la lampe; les tubes, tenus à la main, étaient approchés de l'écran à sulfure; ils produisirent tous un effet plus ou moins énergique et il me sembla que les gaz composés, formés sans condensation comme l'acide chlorhydrique et l'oxyde de carbone, produisaient une action beaucoup plus faible que les gaz formés avec condensation, comme le protoxyde d'azote et l'ammoniaque.

» Mais les effets que l'on observe changent complètement si l'on modifie le mode d'observation. Au lieu de tenir le tube à la main, on le place sur un support isolant, un support en bois sec par exemple, puis on place l'écran à sulfure phosphorescent sur un autre support. Dans ces conditions, l'effet, sur l'écran, du gaz renfermé dans le tube se manifeste par un changement périodique de l'éclat du sulfure : cet éclat augmente, puis diminue, puis augmente de nouveau, et ainsi de suite; on observe de véritables oscillations de sa luminosité.

» Pour faire l'observation dans de bonnes conditions et, surtout, pour empêcher l'action des autres corps placés dans le voisinage, il convient

---

(1) Linebarger, *Am. chem. Journ.*, t. XIII, p. 556.

d'opérer de la façon suivante : dans un panneau en bois peint à la céruse on pratique une petite ouverture que l'on ferme avec une plaque de plomb oxydé munie, au niveau de l'ouverture, d'une fente de 4^{cm} à 5^{cm} de hauteur et de 2^{mm} de largeur. Derrière cette fente on met le tube et on l'observe avec un écran à sulfure placé à 1^{m} de distance environ. Cet écran est constitué par un morceau de papier noir sur lequel on a déposé quelques petites taches circulaires de sulfure de calcium suivant une ligne verticale ou, mieux, par un carton percé d'une fente étroite dans laquelle on a tassé du sulfure pulvérulent.

» Dans ces conditions, on observe avec la plus grande facilité les variations périodiques d'éclat décrites plus haut. Ce ne sont pas d'ailleurs des oscillations rétiniennes, car elles cessent dès qu'on supprime la source ou si l'on interpose un écran en plomb oxydé. Leur période varie avec la nature du gaz et avec la température, dans des conditions qui restent à déterminer.

» Les gaz renfermés dans des tubes ne sont pas les seuls corps qui produisent ce phénomène. Si, derrière la fente, on place un tube droit de 4^{mm} à 5^{mm} de diamètre, ouvert aux deux bouts, il suffit de faire passer un courant d'air dans ce tube, soit avec un soufflet, soit avec une trompe, pour que l'écran phosphorescent, placé de l'autre côté, manifeste des variations d'éclat. On les observe même en agitant simplement l'air derrière la fente, avec la main. On les observe encore si, derrière la fente, et au-dessous d'elle on place une lame métallique horizontale que l'on chauffe légèrement. Si on laisse refroidir cette lame, on constate que la période d'oscillation augmente avec le temps ; les variations d'éclat de l'écran ne cessent que quand la lame est revenue à la température du laboratoire.

» Certains corps, comme le bois peint à la céruse et le cuivre, sont opaques pour ces sortes de radiations ; d'autres, au contraire, comme le zinc, sont transparents.

» Je me suis demandé si l'action des tubes contenant des gaz ne tiendrait pas à ce que les différents points du tube ne sont pas à la même température. Pour uniformiser la température j'ai renfermé le tube à gaz entouré de ouate dans un tube de cuivre épais fermé à ses deux extrémités et portant une petite ouverture fermée par une lame de zinc soudée au tube de cuivre. L'appareil ayant été abandonné à lui-même dans le laboratoire n'a pas cessé de produire les variations d'éclat du sulfure. On peut admettre cependant que, dans ces conditions, la température est bien uniforme le long du tube.

» Les gaz ne sont pas d'ailleurs les seuls corps qui produisent cette

action : le phénomène est beaucoup plus général ; on peut dire que la plupart des corps solides, liquides ou gazeux observés dans les conditions précédemment indiquées manifestent leur présence en produisant les variations périodiques d'éclat du sulfure de calcium phosphorescent. Un flacon contenant un produit chimique quelconque placé derrière la fente agit comme les gaz. Il y a cependant quelques rares exceptions : je n'ai rien observé, par exemple, avec un flacon contenant de l'amiante et les effets sont presque nuls avec des flacons contenant de la potasse caustique ou de la baryte caustique bien sèches. Du chlorure de sodium bien sec ne donne à peu près rien ; l'iodure de sodium ou de potassium est très actif.

» Un être humain placé sur un tabouret isolant, un cobaye placé dans un bocal en verre produisent des oscillations analogues de la luminosité de l'écran phosphorescent au moyen duquel on les observe.

» Voici encore un fait fort curieux à observer : derrière la fente, on place un tube à essai contenant de l'eau pure : l'éclat du sulfure reste sensiblement constant ; vient-on à laisser tomber dans l'eau une parcelle de chlorure de sodium, on voit aussitôt les variations d'éclat du sulfure se produire. Les oscillations, d'abord très rapides au moment où la dissolution commence, deviennent ensuite, peu à peu, plus lentes, pour disparaître quand la dissolution et la diffusion sont complètement terminées. Au bout de 24 heures, l'eau salée ne produit plus aucune variation appréciable de l'éclat du sulfure.

» Si, enfin, derrière la fente, on met un tube contenant une dissolution très étendue d'acide chlorhydrique, on voit des oscillations assez lentes de l'éclat de l'écran ; si l'on approche du tube un flacon débouché, contenant de l'ammoniaque, les oscillations deviennent extrêmement rapides.

» Tous ces faits montrent que les variations d'éclat d'un écran phosphorescent manifestent avec une grande délicatesse tous les changements qui se produisent dans un corps sous les influences les plus diverses d'ordre physique, chimique ou physiologique.

» Il était intéressant de chercher l'influence que peuvent avoir sur ce phénomène les anesthésiques dont l'action, d'après les expériences de M. Edouard Meyer et de M. Jean Becquerel, paraît si efficace sur l'émission des rayons N par les plantes ou par les corps inertes, comme le sulfure de calcium phosphorescent ou le sable insolé.

» Pour résoudre cette question, le corps à étudier était renfermé dans un flacon en verre fermé par un bouchon muni de deux tubes à dégagement. Au moyen d'une trompe, on pouvait, à volonté, faire passer dans

le flacon de l'air pur ou de l'air chargé de vapeurs de chloroforme. Dans tous les cas, les variations d'éclat de l'écran cessent dès que les vapeurs de chloroforme pénètrent dans le flacon; elles se produisent de nouveau si l'on remplace ces vapeurs par de l'air pur. Il suffit d'ailleurs de traces de chloroforme. Si l'on fait l'expérience avec un cobaye, les variations d'éclat cessent avant que l'animal paraisse incommodé par la petite quantité de chloroforme mélangé à l'air qu'il a respiré momentanément.

» Pour répéter ces expériences, il est nécessaire d'avoir séjourné, auparavant, pendant un certain temps, un quart d'heure par exemple, dans l'obscurité; c'est alors, seulement, que l'œil peut bien apprécier les variations d'éclat de l'écran phosphorescent. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Hydrogénation directe des homologues de l'aniline.* Note de MM. **Paul Sabatier** et **J.-B. Senderens.**

« Dans une récente Communication (*Comptes rendus*, t. CXXXVIII, 1904, p. 457) nous avons indiqué que l'hydrogénation directe de l'aniline, pratiquée selon notre méthode générale en présence de nickel réduit, permet de la transformer en cyclohexylamine $NH^2C^6H^{11}$; mais, par suite d'une action dissociante secondaire qu'exerce le métal, la cyclohexylamine donne naissance, en proportions importantes, à des amines qui n'avaient pas encore été décrites : la dicyclohexylamine et la cyclohexylaniline.

» Il était permis de prévoir que les amines homologues de l'aniline se comporteraient d'une manière semblable et pourraient fixer dans les mêmes conditions 6^{at} d'hydrogène. Ces homologues sont de deux sortes : les unes dérivent de l'aniline par des substitutions forméniques dans le groupe amidé; dans les autres, les substitutions ont lieu dans le noyau aromatique : ce sont les toluidines, xylidines, etc.

» 1° Pour les amines du premier groupe (méthyl- ou éthylanilines), l'hydrogénation par le nickel entre 160° et 180° peut avoir lieu régulièrement.

» La production d'amines condensées dues à une formation d'ammoniaque, qui avait lieu dans le cas de l'aniline, était ici impossible pour les amines tertiaires, où il ne reste plus d'hydrogène fixé à l'azote, peu vraisemblable pour les amines secondaires où la réaction ne pourrait intervenir qu'aux dépens de 3^{mol} d'amine. On trouve, en effet, qu'il se forme un produit unique, dû à la fixation de 6^{at} d'hydrogène : c'est toujours une

amine énergique, incolore, et ne se colorant pas avec le temps, qui bleuit le tournesol et se combine énergiquement aux acides; les chlorhydrates et les chloroplatinates sont très solubles.

» La seule réaction accessoire, d'ailleurs très faible, est la production d'un peu d'amine forménique et de benzène, transformé lui-même en cyclohexane; mais, si le métal est à une température trop haute, il peut y avoir élimination de carbure forménique avec production d'aniline, ou bien, selon une réaction bien connue, formation d'amine substituée dans le noyau; cette dernière ou l'aniline pouvant alors donner les produits plus ou moins compliqués de leur hydrogénation propre.

» L'*éthylaniline* $C^6H^5.NH.C^2H^5$ (qui bout à 204°) fournit facilement la cyclohexyléthylamine $C^6H^{11}.NH.C^2H^5$, qui bout à 164° (corr.), $d_0^0 = 0,868$; elle a une odeur de marée qui rappelle celle de l'éthylamine. Avec l'isocyanate de phényle, elle fournit l'urée composée :

$$CO\begin{cases} NH.C^6H^5 \\ N.C^2H^5.C^6H^{11} \end{cases}$$

qui cristallise aisément de l'alcool chaud en belles lames rhombiques incolores qui fondent à 125° (corr.).

» En partant de même de l'isosulfocyanate de phényle, on obtient l'urée sulfurée correspondante en petits cristaux blancs associés en masses vermiculées, fondant à 126°.

» La *diéthylaniline* $C^6H^5.N(C^2H^5)^2$ (qui bout à 213°) fournit aisément la cyclohexyldiéthylamine $C^6H^{11}.N(C^2H^5)^2$, qui bout à 193° (corr.), d'odeur un peu végétale. $d_0^0 = 0,872$.

» La *diméthylaniline* $C^6H^5.N(CH^3)^2$ est facilement hydrogénée, et fournit la cyclohexyldiméthylaniline $C^6H^{11}.N(CH^3)^2$, d'odeur de marée, qui bout à 165° (corr.). $d_0^0 = 0,876$.

» L'hydrogénation s'est montrée beaucoup moins aisée avec la *méthylaniline* $C^6H^5.NH.CH^3$: nous avons péniblement préparé la cyclohexylméthylaniline $C^6H^{11}.NH.CH^3$, liquide d'odeur intense de méthylamine, bouillant vers 145°.

» Peut-être la méthylaniline qui nous a servi renfermait-elle des traces de substances capables de paralyser et même de détruire l'activité catalysante du nickel. Nous poursuivons l'étude de ces amines.

» 2° Les complications rencontrées dans l'hydrogénation de l'aniline devaient sans doute se retrouver dans celle des anilines substituées dans le noyau, telles que les toluidines. C'est, en effet, ce qui a lieu. En opérant

au-dessous de 200° sur la *métatoluidine*, nous avons pu isoler trois produits distincts : l'un, bouillant vers 150° sous la pression normale, est l'hexahydrométatoluidine, ou méthocyclohexylamine $CH^3.C^6H^{10}.NH^2$; les autres distillent sous 20^{mm} à 145° et 175°, et sont sans doute la diméthocyclohexylamine et la méthocyclohexylaniline.

» Malheureusement, l'hydrogénation de la métatoluidine se fait péniblement, quelle que soit la température du métal : l'activité du nickel, d'abord grande, ne tarde pas à s'affaiblir, pour devenir complètement nulle, et la nécessité de renouveler constamment le catalyseur ne nous a pas permis, jusqu'à présent, d'obtenir ces nouvelles amines en quantités suffisantes pour en préciser les caractères. La cause de cet insuccès est probablement dans la faible volatilité des produits supérieurs formés, qui s'accumulent sur la surface du métal, et en suppriment le contact avec l'hydrogène et la substance hydrogénable : car ces mêmes difficultés se retrouvent pour les autres toluidines et les xylidines. »

MÉMOIRES PRÉSENTÉS.

MÉCANIQUE. — *Détonation sous l'eau des substances explosives.* Mémoire de M. **Jacob**, présenté par M. Léauté. (Extrait par l'Auteur.)

(Renvoi au concours du Prix extraordinaire de six mille francs.)

« Quand une charge de matière explosive se décompose au sein d'une masse liquide indéfinie, elle y détermine des pressions très considérables.

» Nous nous sommes posé le problème de rechercher comment se développaient au sein du liquide les pressions dont nous venons de parler, lorsque la substance explosive y détone.

» Il est inutile d'insister sur l'intérêt de cette question au point de vue de l'effet des torpilles, et des moyens de les atténuer.

» Il résulte de ce qui précède que la compressibilité du fluide joue un rôle important dans cette étude. Cette compressibilité n'a été étudiée que jusqu'à des pressions voisines de 3000^{kg} par centimètre carré et dans ces limites le coefficient de compressibilité a été trouvé nettement décroissant.

» La rapidité de décomposition des explosifs est telle que, si l'on supposait le coefficient de compressibilité constant, le volume du liquide se trouverait théoriquement réduit à zéro et deviendrait même négatif.

» Nous avons donc été conduit à adopter une loi de compressibilité qui

reproduise les propriétés les plus essentielles que ce phénomène doit présenter et qui, aux pressions inférieures à 3000^{atm}, donne pour le coefficient de compressibilité des valeurs sensiblement égales à celles qui ont été trouvées directement.

» L'équation du mouvement du fluide a été établie pour le cas d'une charge sphérique. Cette équation avait été indiquée déjà par Hugoniot.

» Elle ne paraît pas devoir se laisser intégrer simplement dans le cas général, mais on peut obtenir des solutions dans le cas où le déplacement d'une couche est petit par rapport au rayon de cette couche.

» Avec les explosifs très vifs, tirés à forte densité de chargement dans les torpilles, cette condition est suffisamment réalisée jusqu'au delà du maximum de pression. Dans le cas où le coefficient de compressibilité est supposé constant, l'équation réduite s'intègre complètement; on ne peut l'intégrer que par approximation si ce coefficient n'est pas constant.

» L'équation à la surface, qui permet de déterminer la seule fonction arbitraire restante lorsque le mouvement se propage dans le repos, est celle que l'on considère en balistique intérieure. Dans cette équation intervient la loi de décomposition de la charge explosive, au sujet de laquelle des hypothèses sont nécessaires.

» Le point essentiel et sur lequel nous avons insisté est la propriété qu'a la fonction représentative de la quantité d'explosif décomposé d'avoir une dérivée finie dès le début de la détonation.

» Les phénomènes de propagation du mouvement sont complètement différents dans le cas où le coefficient de compressibilité est supposé constant et dans le cas où ce coefficient est variable. Dans le premier cas, la vitesse de propagation des mouvements est constante; dans le second, elle augmente avec la pression.

» Il suit de là que les mouvements qui prennent naissance entre le début du phénomène et la fin de la décomposition de l'explosif se propagent de plus en plus vite, se superposent et donnent lieu à une discontinuité qui se propage ensuite dans le fluide. Un obstacle sera donc en général abordé par une pression finie.

» Cette discontinuité se forme très près de la sphère d'explosion ; elle ne se forme sur cette sphère que lorsque la densité de chargement est égale à la densité même de l'explosif. Ce cas limite, qui ne se rencontre pas en pratique, est très intéressant au point de vue analytique, parce que les conditions initiales ne peuvent être imposées au mouvement si l'on n'admet pas la production d'une discontinuïté dès le début. La consi-

dération de la formule des pressions en vase clos permet de voir que cette discontinuité doit effectivement se produire.

» Nous donnons des formules relativement simples qui permettent de calculer la pression dans le fluide en fonction des données du problème.

» Nous passons ensuite au calcul de la pression exercée sur un obstacle. La question peut être résolue approximativement d'une façon assez simple lorsque l'obstacle est de grande dimension, mais il n'en est pas de même pour des obstacles de petites dimensions comme les appareils enregistreurs.

» Le fonctionnement de ces appareils se fait d'après des lois toutes différentes de celles qui se présentent dans les bouches à feu, les résultats qu'ils fournissent et qui font l'objet d'études en cours ne permettent pas de conclure immédiatement à la valeur de la pression maxima qui s'est développée dans le fluide aux environs de l'appareil. »

CORRESPONDANCE.

M. **Marcel Brillouin** prie l'Académie de le comprendre parmi les candidats à la place laissée vacante, dans la Section de Mécanique, par le décès de M. *Sarrau*.

(Renvoi à la Section de Mécanique.)

MÉCANIQUE. — *Sur l'énergie en jeu dans les actions dites* statiques, *sa relation avec la quantité de mouvement et sa différenciation du travail.* Note de M. **Ernest Solvay**.

« Le poids d'un corps, $P = Mg$, peut être considéré, cinétiquement parlant, comme représentant la quantité de mouvement que le corps prendrait après 1 seconde de chute ; il représente donc ce que l'on peut appeler une *quantité de mouvement potentielle unitaire* et cette définition permet d'éclairer jusque dans ses détails le problème du soi-disant travail statique des physiologistes.

» Lorsque, en effet, considérant la sustentation d'une masse par un jet vertical, on multiplie le poids du corps sustenté par le temps de sustentation t, ce qui donne ce soi-disant travail statique, on ne fait ainsi que constituer purement et simplement une quantité de mouvement potentielle multiple de la précédente, égale à la quantité de mouvement réelle que

le corps prendrait après un temps de chute égal à t et par conséquent égale aussi à celle que le jet sustentateur engendre lui-même pendant ce temps t : car il est clair qu'il faut nécessairement de la quantité de mouvement réelle pour équilibrer de la quantité de mouvement potentielle, c'est-à-dire pour empêcher cette dernière de devenir elle-même réelle. On voit déjà par là que l'expression *travail statique* est défectueuse, de nature à fausser les idées, et l'intérêt qu'il y aurait à la remplacer par le terme exact : *quantité de mouvement potentielle*. Mais, de plus, nous allons voir qu'il n'y a, en principe, aucun rapport entre l'énergie en jeu et ce soi-disant travail statique.

» On sait, en effet, que, lorsqu'on sustente un corps par l'action, supposée intégrale, d'un jet fluide vertical déviant à angle droit, trois éléments sont exactement équivalents, pouvant s'exprimer l'un par l'autre : le poids du corps Mg, la pression vive $2sh\,dg$ exercée par le jet et la quantité de mouvement mv du jet, d représentant la densité du fluide, s la section du jet et h la hauteur de charge correspondant à la vitesse v. Or, l'énergie $\frac{1}{2}mv^2$ du jet est, au contraire, essentiellement variable par rapport à ces trois éléments, puisque, pour une infinité de valeurs de v, on peut, à condition de faire varier convenablement m en modifiant la section du jet, engendrer une quantité de mouvement $mv = s\,dv^2 = 2sh\,dg$, toujours la même, tandis que l'énergie $\frac{1}{2}mv^2 = \frac{1}{2}s\,dv^3$ s'en déduit en la multipliant par le facteur variable $\frac{1}{2}v$.

» Cette absence de rapport purement numérique entre l'énergie dépensée par le jet et le soi-disant travail statique correspondant apparaît de façon plus frappante encore si l'on envisage un tube serpentin à axe horizontal, comprenant un nombre indéfini de spires et parcouru par un courant de fluide à l'état de régime et à vitesse constante; car, en rendant mobiles, sans nuire à l'étanchéité, toutes les demi-spires supérieures et en les chargeant d'un poids égal à la pression vive $2mv$ exercée sur chacune d'elles, on constate que l'on peut théoriquement, abstraction faite de toutes les résistances, sustenter un poids indéfini, bien que la dépense de fluide, et par conséquent l'énergie en jeu, reste toujours la même dans ce véritable *paradoxe hydrodynamique*.

» Ce n'est pas tout et l'on est, au surplus, conduit aux conclusions précédentes si, dans l'étude du phénomène de la sustentation, on substitue à l'action du jet celle d'un électro-aimant. En effet, la force portante totale d'un électro-aimant de surface donnée ne dépendant que de l'intensité du courant qui l'actionne, une même force portante, et par suite une même

sustentation, peut être obtenue en faisant varier à l'infini les conditions du courant, c'est-à-dire la force électromotrice et la résistance du circuit, tandis que l'énergie mise en jeu dépend non seulement de l'intensité mais de la résistance et varie donc, comme cela avait lieu pour le jet, suivant les cas. Et, d'autre part, une sustentation indéfinie peut théoriquement s'obtenir à l'aide d'un courant déterminé passant à l'état de régime permanent dans un système d'électro-aimants successifs qui donnerait lieu à un véritable *paradoxe électrodynamique* analogue au paradoxe hydrodynamique précédent.

» Quel que soit le point de vue auquel on se place on arrive donc aux mêmes résultats. Néanmoins, alors que, d'une manière générale, il résulte de ce qui précède l'impossibilité de rattacher par un rapport numérique la quantité de mouvement potentielle ou soi-disant travail statique des physiologistes à l'énergie qui est dépensée pendant l'acte de la sustentation par le jet ou par l'électro-aimant, il n'en est pas de même si l'on opère avec un jet ou un courant électrique bien déterminé et fonctionnant dans des conditions invariables : dans ce cas il y a évidemment rapport numérique, et c'est ainsi que des recherches expérimentales de M. Charles Henry et Mlle Joteyko (*Comptes rendus*, 26 décembre 1903) ayant conduit à une valeur numérique constante $\frac{1}{120}$ pour le rapport des travaux dynamiques aux soi-disant travaux statiques énergétiquement équivalents développés par des sujets très différents; on doit logiquement en conclure que le muscle est, pour les différents sujets, un appareil identique; appareil dont le fonctionnement est bien comparable à l'action d'un jet sustentateur comme le signale M. Charles Henry (*Comptes rendus*, 11 avril 1904), mais à condition toutefois, cela est maintenant évident, d'avoir la même vitesse de jet dans tous les cas. Bien plus vraisemblablement d'ailleurs le muscle doit être assimilé à un appareil produisant de la sustentation ou de la compression et actionné par un courant électrique fonctionnant dans des conditions bien définies, ce que les recherches de M. d'Arsonval sur son muscle artificiel et bien d'autres considérations tendent à établir.

» Enfin si, dans un autre ordre d'idées, on considère plus spécialement l'énergie même qui est mise en jeu par le jet, par l'électro-aimant ou par le muscle, il est indispensable de remarquer que si cette énergie se *dépense* nécessairement pour obtenir l'effet de la sustentation, de la pression vive ou de la compression, théoriquement elle ne se *consomme* pas; car avec le jet et le courant électrique elle demeure toujours intégralement disponible pour effectuer un travail quelconque dans un utilisateur introduit dans le

circuit, et dans le muscle si elle se transforme nécessairement en chaleur ce n'est qu'en raison de l'impossibilité qu'il y a d'introduire un utilisateur dans son circuit. C'est donc *énergie de sustentation, de pression vive* qu'il y a dans les cas envisagés ci-dessus et non *travail de sustentation, de pression vive,* et dans un muscle qui élève lentement un poids il y a à la fois ÉNERGIE de sustentation ET TRAVAIL d'élévation de poids. On voit que ce cas tout particulier mène à attacher aux mots *travail* et *énergie* des acceptions bien distinctes, alors qu'on les confond généralement. »

MÉCANIQUE APPLIQUÉE. — *Résistance de l'air. Comparaison des résistances directes de diverses carènes aériennes. Résultats numériques.* Note de M. **Ch. Renard**, présentée par M. Maurice Lévy.

« La comparaison des résistances directes de diverses carènes aériennes simples (plan, sphère, cônes, corps fusiformes, etc.) s'effectue facilement au moyen de la balance dynamométrique que nous avons décrite (*Comptes rendus,* 16 mai 1904).

» Le coefficient de résistance ρ_1 d'une carène de forme donnée est le quotient de la résistance de cette carène en kilogrammes à la vitesse de 1^m par seconde par la surface transversale de la carène (maître-couple) en mètres carrés. L'unité à laquelle on compare tous ces coefficients ρ_1 est la résistance d'un plan mince de 1^{m^2} se déplaçant orthogonalement et rectilignement dans l'*air normal* à la vitesse de 1^m par seconde (l'air normal pèse $1^{kg},250$ par mètre cube). C'est le *coefficient fondamental* φ_1 très difficile à mesurer exactement et qui doit, d'ailleurs, dépendre de la forme du contour du plan (Le Dantec) et peut-être un peu de sa grandeur absolue.

» Le rapport $\frac{\rho_1}{\varphi_1} = \sigma$ *est le coefficient de réduction de la carène.*

» Si l'on connaissait φ_1 et *tous les coefficients de réduction* σ, on connaîtrait toutes les résistances directes ρ_1.

» La balance dynamométrique ne permet pas de mesurer exactement ρ_1, parce qu'elle emploie le mouvement circulaire. Les coefficients de résistance dans ce cas sont toujours supérieurs à ρ_1.

» Mais cet instrument permet de déterminer une série de valeurs ρ, qui sont à peu près proportionnelles à ρ_1 si l'on a soin d'opérer avec le même rayon de gyration et avec des corps de même étendue dans le sens transversal.

» Dès lors on peut obtenir de bonnes valeurs de σ et il ne manque plus pour compléter les bases numériques du problème des résistances directes que la détermination du chiffre fondamental φ_1.

» Pour le moment, suivant les expérimentateurs (Piobert et Morin, Langley, laboratoire de Chalais, Canovetti, Le Dantec, etc.) ce chiffre oscille entre 0,070 et

0,090 et nous serions tentés de considérer que 0,080 est assez voisin de la vérité. Jusqu'à ces derniers temps, nous avons adopté $\varphi_1 = 0,085$, nombre qui se rapproche beaucoup de celui qu'on déduit des expériences de Langley et de celles beaucoup plus anciennes de Piobert et Morin. C'est celui que nous adopterons encore aujourd'hui.

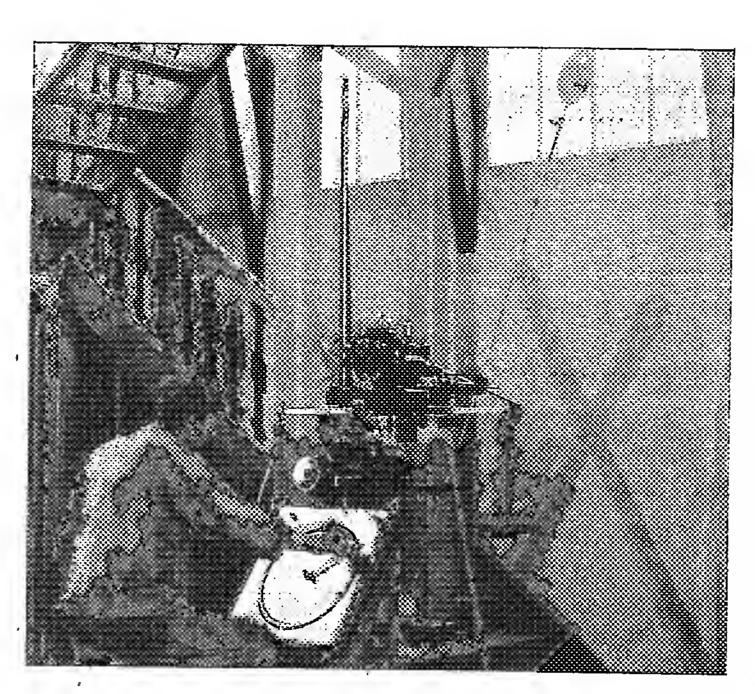
» Dans le Tableau numérique suivant on a fait connaître pour quelques carènes simples les valeurs de σ et aussi celles de σ', rapports de la résistance à celle de la sphère. Dans une troisième colonne on a donné ρ_1 en admettant que $\varphi_1 = 0,085$.

» *La loi du carre de la vitesse s'est remarquablement vérifiée* et, si l'on appelle R la résistance d'une carène de maître couple S animée d'une vitesse V dans de l'air de poids spécifique a, on aura très exactement

$$R = \frac{\varphi_1 a}{1,25} SV^2 = 0,8\varphi_1 a\sigma SV^2 \tag{1}$$

(R en kilogrammes, a en kilogrammes par mètre cube, S en mètres carrés, V en mètres par seconde).

» Nos expériences ont été poussées jusqu'à des vitesses supérieures à 50^m par seconde sans que la loi du carré de la vitesse semble fléchir le moins du monde.



» La figure montre une balance disposée pour mesurer la résistance d'un couple de plans circulaires de $0^m,200$ de diamètre sur un cercle de $2^m,30$. Ce sont ces plans qui ont été pris comme termes de comparaison.

» La méthode de détermination de σ est trop simple pour que nous croyions nécessaire de la décrire ici. Il faut naturellement éliminer la résistance du manège seul pour comparer les carènes entre elles.

» Si n, n' et n'' sont les tours par seconde correspondant à un même moment moteur pour le plan, la carène et le manège, on a, sauf la correction relative aux variations de la densité de l'air :

$$\sigma = \frac{\frac{1}{n'^2} - \frac{1}{n''^2}}{\frac{1}{n^2} - \frac{1}{n''^2}}. \tag{2}$$

Tableau des coefficients de réduction σ de diverses carènes simples.

Nature de la carène.	σ.	σ'.	ρ_1.
1. Plan mince orthogonal............	1,000	6,31	0,085
2. Sphère..........................	0,1585	1,000	0,235
3. Demi-sphère creuse (concavité en avant)......................	1,283	8,10	0,109
4. Demi-sphère creuse (concavité en arrière)......................	0,392	2,47	0,0333
5. Cylindre transversal..............	0,596	3,76	0,0507
Carènes de ballons dirigeables.			
6. Corps fusiformes symétriques à méridien parabolique, allongement 2 (marche longitudinale)........	0,0733 soit $\frac{1}{13,65}$	0,463	0,00623
7. Corps fusiforme symétrique à méridien parabolique, allongement 3 (marche longitudinale)..........	0,0321 soit $\frac{1}{31,2}$	0,203	0,00273
8. Corps fusiforme, allongement 2 (marche transversale)...............	0,433	2,73	0,0368

Observations.

Le coefficient de la résistance ρ d'un plan de $0^m,200$ de diamètre tournant sur un cercle moyen de $2^m,30$ de diamètre a été trouvée égale à 0,103, chiffre notablement supérieur à 0,085, ce qui montre l'influence du mouvement circulaire.

Le coefficient de réduction de la sphère est notablement plus faible $\frac{1}{6,31}$ qu'on ne le croyait jusqu'ici.

Les coefficients des corps fusiformes deviennent rapidement très faibles, un fuseau d'allongement 3 ne résiste plus que comme la trente et unième partie du plan mince de même section transversale.

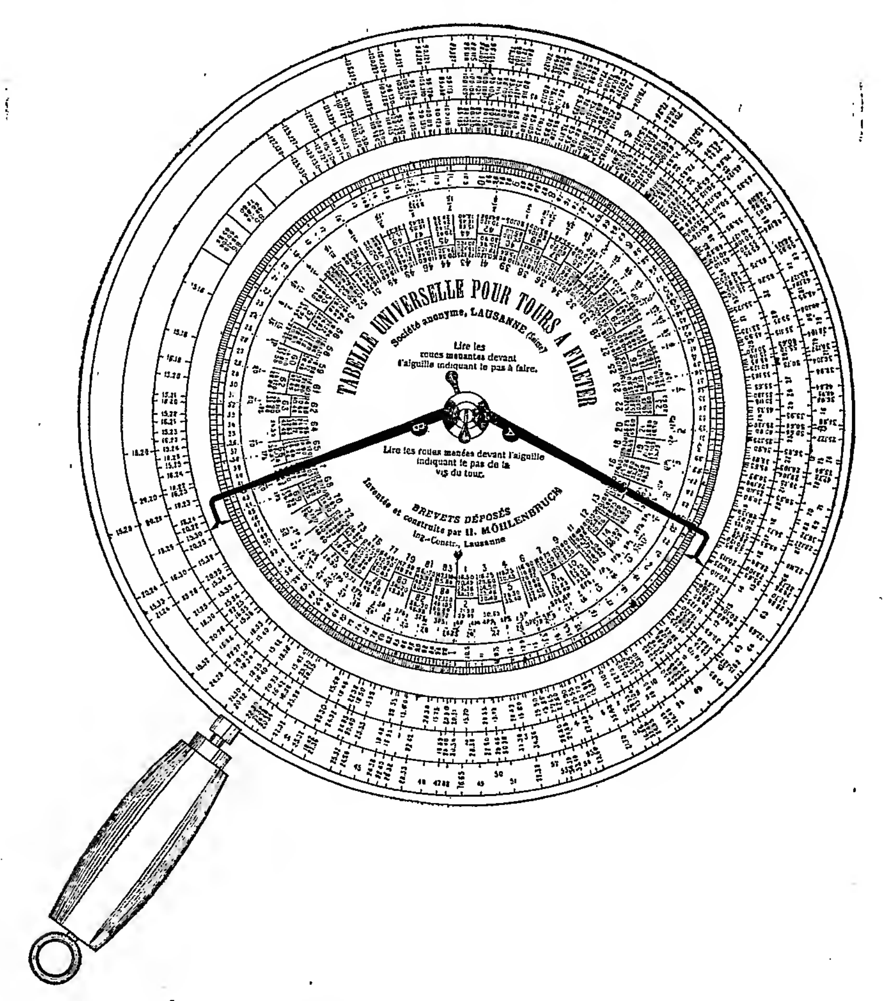
Tous les corps essayés étaient parfaitement polis.

Les chiffres de ce Tableau peuvent déjà rendre des services, mais il faudrait continuer ces essais pour d'autres formes et les réitérer le plus possible. Le temps nous a manqué pour ce travail qui se poursuit néanmoins toujours, mais trop lentement à notre gré.

MÉCANIQUE APPLIQUÉE. — *Sur un instrument destiné à faciliter l'emploi du tour à fileter.* Note de M. MŒHLENBRUCK, présentée par M. Lippmann.

« Cet instrument permet de résoudre rapidement un problème qui se présente fréquemment dans la pratique industrielle.

» Soit un tour à fileter dont la vis ait un pas donné en pouces anglais : on veut l'employer à construire une vis dont le pas est donné en millimètres. Il faut intercaler entre l'axe du tour et la vis un couple de roues d'engrenages ayant des nombres de dents a et b convenablement choisis, de manière à réduire la vitesse de l'axe dans un rapport n. Comment trouver



les nombres a et b? Le mécanicien dispose d'un jeu de trente ou quarante roues dentées : il lui faut calculer les rapports que fournissent ces roues prises deux à deux jusqu'à ce qu'il ait trouvé par tâtonnement la combinaison convenable. Ce tâtonnement est parfois très long; il constitue un sérieux obstacle à l'emploi du système métrique dans les pays où d'autres mesures ont servi de bases à la construction du tour à fileter.

» L'instrument que j'ai l'honneur de présenter à l'Académie donne mécaniquement la solution. C'est une sorte de règle à calculer circulaire.

» Au centre d'une circonférence divisée se trouvent deux aiguilles mobiles. On donne à ces deux aiguilles un écartement égal au rapport n à réaliser ou, pour mieux dire, au logarithme de n; cette opération s'exécute à l'aide d'une division circulaire tracée sur l'instrument. Cela fait, on laisse l'écartement des aiguilles invariable et on les fait tourner ensemble, jusqu'à ce que leurs pointes coïncident simultanément avec deux nombres entiers marqués sur une seconde division circulaire : ces entiers sont les nombres de dents des roues à employer. Il peut y avoir plusieurs solutions. Pour l'une et l'autre division, les longueurs portées sur la circonférence sont les logarithmes des nombres inscrits. L'instrument n'est donc qu'une variante de la règle à calcul. »

PHYSICO-CHIMIE. — *Sur l'ionisation thermique des vapeurs salines.* Note de M. G. **Moreau**, présentée par M. Mascart.

« Quand on chauffe à une température élevée, 1000° par exemple, une vapeur saline, celle-ci est rendue conductrice et reste conductrice jusqu'à la température ordinaire. La conductibilité dépend de la nature du sel et de sa constitution chimique.

» J'ai étudié le phénomène avec l'appareil suivant :

» Le courant d'air d'une trompe à eau traverse une solution aqueuse d'un sel A, un tube de porcelaine chauffé à 1000° sur une longueur de 10^{cm}, un condensateur cylindrique B disposé pour mesurer la charge électrique du courant gazeux. A cet effet, son armature centrale C est à un potentiel variable à volonté et son armature extérieure en communication avec une capacité connue et l'un des couples de quadrants d'un électromètre Curie dont l'autre couple est au sol et l'aiguille au potentiel constant de 85 volts. C étant positif ou négatif, on note la charge reçue par l'électromètre en une seconde, d'où le courant d'électricité i qui traverse le courant gazeux chargé de vapeur saline. La température à la sortie du condensateur est 100° environ. J'ai obtenu les résultats suivants :

» I. Pour une solution de concentration fixe d'un sel A, le courant i, d'abord proportionnel au voltage du condensateur, tend vers une valeur limite I quand celui-ci croît.

» II. Pour le même sel, le courant limite I est proportionnel à la concentration de la solution si celle-ci est très diluée (1^g pour 1000), varie ensuite plus lentement et tend vers une valeur limite J, d'autant plus vite atteinte que la vapeur est moins conductrice.

» III. De tous les sels étudiés, ceux de potassium sont beaucoup plus

conducteurs que les autres et leur conductibilité limite I dépend du radical acide. Les sels KI, KCl, KBr, $KAzO^3$ sont trois à quatre fois plus conducteurs que les autres sels de potassium. La loi de Faraday n'est pas vérifiée.

» IV. Pour le même sel A, la conductibilité n'apparaît que si le tube de porcelaine est incandescent et croît rapidement avec la température.

» On peut démontrer que la vapeur a été ionisée par l'expérience suivante :

» A la sortie du tube de porcelaine, le courant gazeux traverse successivement deux condensateurs cylindriques P et Q. L'armature intérieure est commune et portée au potentiel V, positif ou négatif. L'armature externe de P est au sol et celle de Q reliée à l'électromètre. Si l'on fait croître V, le courant i reçu par Q croît, atteint un maximum pour $V = V_0$, décroît et s'annule. En admettant l'existence d'ions, les trajectoires de ceux-ci, d'abord parallèles à l'axe du condensateur, s'infléchissent vers les armatures externes, rencontrent celle de Q suivant une surface décroissante et, finalement, touchent seulement P si le potentiel V est assez élevé.

» L'ionisation des sels de potassium que j'ai observée n'est pas analogue à celle qu'ils acquièrent dans une flamme [1] où l'influence du radical acide est très faible. Je montrerai prochainement que les mobilités des ions sont aussi très différentes. »

CHIMIE PHYSIQUE. — *Étude cryoscopique des dissolutions dans le sulfure d'antimoine*. Note de MM. **Guinchant** et **Chrétien**, présentée par M. Haller.

« Dans une Note récente M. Pélabon dit n'avoir pas obtenu de dissolutions d'antimoine dans le sulfure d'antimoine répondant à la composition du sous-sulfure de Faraday, SbS. A la suite d'expériences que nous exposerons dans une prochaine Note, nous avons jugé utile d'étudier ces dissolutions par la cryoscopie.

» La cryoscopie à très haute température n'avait pas été appliquée jusqu'ici; nous avons reconnu qu'elle ne présente aucune difficulté spéciale quand on est absolument maître de la température de l'enceinte, condition que réalise parfaitement l'emploi du four électrique à incandescence. Les couples thermo-électriques permettent, d'autre part, d'évaluer la température à un degré près, approximation suffisante, étant donnée la valeur

(1) Moreau, *Annales de Chimie et de Physique*, septembre 1903.

élevée que prennent les constantes cryoscopiques pour les corps fondant à haute température.

» Nous avons utilisé le four électrique à fil de nickel dejà décrit par l'un de nous. Le sulfure d'antimoine était préparé par synthèse en combinant l'antimoine pur et le soufre, et analysé. A la température de fusion le sulfure d'antimoine peut, en effet : 1° se dissocier en perdant du soufre; 2° dissoudre de l'antimoine; 3° dissoudre du soufre qui ne s'échappe que partiellement au moment de la solidification en produisant un rochage. Le produit pur obtenu par synthèse directe, comme le sulfure précipité, fondent nettement à 540° (1).

» *Constante cryoscopique.* — Le four électrique étant traversé par un courant de CO^2 sec nous fondions un mélange en poudre fine de sulfure d'antimoine et du corps à dissoudre. Le couple thermo-électrique, protégé par un tube de Bohême dur, servait d'agitateur. Le refroidissement du four était réglé de façon à observer une surfusion d'environ 5° et un maximum durant 5 à 6 minutes.

» Nous avons trouvé les valeurs suivantes, P désignant le poids de corps dissous dans 100g de sulfure d'antimoine et C les abaissements du point de solidification :

Sulfure d'argent M = 248	P	4,936	10,34	15,1	20,6
	C	18°	35°	53°	78°
	$\frac{C}{P}$	3,64	3,38	3,51	3,79

» On en déduit pour l'abaissement à l'origine $\left(\frac{C}{P}\right)_0 = 3,2$, ce qui donne pour la constante cryoscopique $k_1 = 3,2 \times 248 = 793,6$.

Sulfure de plomb M = 239	P	5,18	8,57	15,1	20,33
	C	18°	28°	50°	73°
	$\frac{C}{P}$	3,47	3,26	3,51	3,59

» Ces nombres donnent à l'origine $\left(\frac{C}{P}\right)_0 = 3,3$; d'où $k_2 = 788,7$.

» Ces deux valeurs k_1 et k_2 concordent à 0,6 pour 100; nous prendrons, comme constante cryoscopique expérimentale, $k = 790$.

» *Vérification de la constante expérimentale par la formule de Van t'Hoff.* — Ce nombre porté dans la formule de Van t'Hoff : $k = \frac{0,02\,T^2}{L}$, en donnant à T la valeur $540 + 273$, fournit la chaleur de fusion $L = 16^{Cal},7$. Nous avons déterminé directement cette chaleur de fusion par des mesures calorimétriques.

(1) Nous n'avons jamais obtenu de sulfure fondant à 555° comme l'indique M. Pélabon.

» Le sulfure d'antimoine était placé dans une ampoule en verre de Bohême dur, enfermée elle-même dans une enveloppe cylindrique en tôle de nickel. Le chauffage se faisait dans un four électrique à tube vertical, et la température était maintenue constante pendant 1 heure; au moment de faire la mesure, le calorimètre était glissé sous le four, et l'enveloppe y était rapidement descendue.

» Des expériences préliminaires nous ont fait connaître :

» 1° La chaleur spécifique moyenne du nickel, entre 20° et 600°,

$$C = 0,1294\ (^1);$$

» 2° La chaleur spécifique moyenne du verre employé, entre 20° et 600°, $C' = 0,238$.

» Nous avons déterminé les quantités de chaleur cédées par 1g de sulfure d'antimoine, entre 20° et $t°$, après et avant la température de fusion. Dans ce dernier cas, nous avons dû rester à 30° au moins au-dessous du point de fusion, car nous avons constaté qu'au-dessus de 510° le sulfure d'antimoine s'agglomère. Comme il se dissocie, même avant la fusion, il est possible que les produits de la dissociation déterminent lentement un abaissement du point de fusion, d'où une liquéfaction partielle qui augmente beaucoup la quantité de chaleur trouvée.

» L'expérience nous a fourni les nombres suivants, chacun d'eux étant la moyenne de deux expériences concordantes à 1 pour 100 :

$$Q_{20°}^{602°} = 83,2, \qquad Q_{20°}^{563°} = 72,9,$$
$$q_{20°}^{506°} = 42,1 \qquad q_{20°}^{495°} = 39,1 \qquad q_{20°}^{463°} = 33,61 \qquad q_{20°}^{458°} = 30,79.$$

» Ces valeurs fournissent par extrapolation $Q_{20°}^{540°} = 67,0$, $q_{20°}^{540°} = 49,5$, d'où la chaleur latente de fusion $Q_{20°}^{540°} - q_{20°}^{540°} = 17,5$.

$$L = 17,5.$$

» Cette valeur est supérieure au nombre 16,7 déduit de la formule de Van t'Hoff. Cependant, nous estimons que l'accord est très satisfaisant, étant donné qu'une erreur de 1 pour 100 sur les quantités de chaleur peut produire une variation de plus de 1^{Cal} sur la chaleur de fusion.

» Les quantités de chaleur précédemment mesurées fournissent encore pour le sulfure d'antimoine les constantes thermiques suivantes :

Chaleur spécifique	moyenne	de 20° à 500° (état solide)...	0,0816
»	vraie	à 500° (état solide)...	0,226
»	vraie	à 582° (état liquide)..	0,263

(1) Ce nombre est un peu inférieur à celui qu'a trouvé M. Pionchon. On sait que les températures employées par M. Pionchon sont notablement trop basses : les chaleurs spécifiques moyennes qu'il en a déduites sont donc trop élevées.

» *Application à la dissolution d'antimoine dans le sulfure d'antimoine.* — Nous avons déterminé les points de congélation des dissolutions d'antimoine dans le sulfure d'antimoine :

P...	2,697	5,34	10,18	13	(solution saturée)
C...	15°	24°	35°	40°	(abaissement maximum)
$\frac{C}{P}$...	5,52	4,49	3,43	3,07	

» Ces nombres donnent à l'origine $\left(\frac{C}{P}\right)_0 = 7,0$. En adoptant la constante cryoscopique $k = 790$, on en déduit $k\left(\frac{P}{C}\right)_0 = \frac{790}{7,0} = 113$.

$$M = 113.$$

» Ce nombre est voisin de 120, poids atomique de l'antimoine.

» Ainsi, en admettant que le corps dissous dans le sulfure est bien de l'antimoine, on voit que ce métal se trouve à l'état monoatomique, comme dans le cadmium, d'après Heycock et Neville. Ce calcul suppose que le corps dissous est de l'antimoine; en admettant qu'il y a réaction suivant la formule $Sb + Sb^2S^3 = Sb^3S^3$, les P et $\frac{C}{P}$ prennent des valeurs différentes. On trouve alors $\left(\frac{C}{P}\right)_0 = 1,8$ et $M = 439$. Ce nombre correspond cryoscopiquement au poids moléculaire $Sb^3S^3 = 456$. La cryoscopie ne permet donc pas une conclusion formelle; il faut avoir recours à d'autres méthodes. »

CHIMIE ANALYTIQUE. — *Dosage de la formaldéhyde atmosphérique.* Note de M. H. Henriet, présentée par M. Haller.

« Dans une précédente Note (¹) j'ai démontré l'existence de la formaldéhyde dans l'air atmosphérique et j'ai indiqué qu'elle variait dans la proportion de $\frac{1}{100000}$ à $\frac{5}{100000}$ du poids de l'air.

» La méthode que j'ai employée pour le dosage est la suivante :

» L'air, filtré au préalable sur du coton de verre, passe d'abord dans un tube en U de 3^{cm} de diamètre, rempli de fragments de coton de verre mélangés à de l'oxyde rouge de mercure, ce tube étant placé dans une étuve maintenue à 250°. Il traverse ensuite des barboteurs à potasse qui absorbent à la fois l'acide carbonique libre de l'air et celui qui provient de l'oxydation de la formaldéhyde. En comparant les résul-

(1) *Comptes rendus*, t. CXXXVIII, p. 203.

tats obtenus ainsi à ceux que fournit un autre appareil identique, mais dépourvu de tube à oxyde de mercure, on trouve dans le premier cas un excédent d'acide carbonique correspondant exactement à la quantité d'aldéhyde formique contenue dans l'air [1].

» La vérification du procédé a été faite comme suit :

» On dispose, après le filtre qui amène l'air extérieur, un premier tube à oxyde de mercure qui transforme en acide carbonique la formaldéhyde atmosphérique ; à la suite, une colonne de baryte humide débarrasse l'air de tout l'acide carbonique qu'il contient. On le fait alors passer dans un petit tube en U muni d'une petite ampoule à la partie inférieure et plongeant dans un bain-marie maintenu à 50°-55°; cette ampoule reçoit un poids déterminé de trioxyméthylène qui, en se dépolymérisant, charge l'air circulant de vapeurs d'aldéhyde formique. Le mélange gazeux ainsi formé traverse un second tube à oxyde mercurique où la formaldéhyde passe à l'état d'acide carbonique qu'on recueille dans des barboteurs à potasse placés à la suite. L'air circule à raison de $1^l,5$ à l'heure et est mis en mouvement au moyen d'un aspirateur.

» Voici les résultats de deux expériences :

Expériences.	Volume d'air employé.	CO^2 recueilli.	CH^2O calculé.	CH^2O introduit.	CH^2O pour 100^{m^3} d'air.
I.......	124^l	$50^{cm^3},2$	$67^{mg},7$	$68^{mg},0$	$54^g,8$
II.......	79^l	$55^{cm^3},4$	$74^{mg},7$	$75^{mg},6$	$95^g,7$

» De ces chiffres il résulte que la transformation de l'aldéhyde en acide carbonique est complète à $\frac{1}{227}$ près dans le premier cas, et à $\frac{1}{84}$ dans le second. Cette approximation est très suffisante, d'autant plus qu'on n'est pas certain d'avoir du trioxyméthylène parfaitement pur.

» On peut objecter que, dans les expériences ci-dessus, la dilution de la formaldéhyde est 10 à 20 fois moins grande que dans l'air atmosphérique. (Cela provient d'ailleurs de la difficulté qu'il y a à régler la dépolymérisation du trioxyméthylène pendant le passage de l'air.) Mais on peut affirmer, cependant, que l'action est complète même dans le cas de l'air atmosphérique. J'ai constaté, en effet, qu'après plusieurs mois de passage de l'air à travers un tube à oxyde mercurique, celui-ci présente deux zones extrêmement nettes : l'une de 1^{cm} de longueur à peine, parfaitement blanche, formée de coton de verre entièrement dépourvu d'oxyde, et l'autre, qui succède sans transition à la première, constituée par de l'oxyde rouge non décomposé. L'action de la formaldéhyde est donc limitée tout entière aux premières portions du tube.

» M. Armand Gautier estime que l'air des villes, indépendamment du formène, doit contenir des carbures benzéniques. Or, le formène dilué dans l'air étant d'une combustion très difficile, j'ai recherché si le benzène

---

(1) Il est indispensable, avant d'effectuer des analyses avec un tube de HgO, de le faire fonctionner pendant un mois, afin de le purger complètement des impuretés que contient toujours le coton de verre.

était susceptible de réagir sur l'oxyde de mercure à 250°. A cet effet, j'ai placé dans l'ampoule du petit tube en U, maintenu dans l'eau froide, 100^{mg} de benzène. Après le passage de 40^{l} d'air il ne restait pas trace de benzène dans le tube. Les barboteurs à potasse n'ayant décelé aucune trace d'acide carbonique, on peut dire que les carbures de l'air n'influent pas sur le dosage.

» L'acide formique atmosphérique est capable de réagir sur l'oxyde de mercure, mais, comme je le montrerai plus tard, il n'existe qu'à dose très faible dans l'air à l'état de combinaison ammoniacale. Son influence est donc tout à fait négligeable.

» La formaldéhyde existe dans l'air normal à raison de 2^{g} à 6^{g} pour 100^{m^3} d'air. Cette proportion est énorme à côté de celle de l'ozone qui est de 1^{mg} à 3^{mg} seulement. Il serait peut-être intéressant d'étudier, à cette dose, son action physiologique sur les tissus et particulièrement sur le tissu pulmonaire. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Procédé de caractérisation des acides gras.* Note de M. **René Locquin**, présentée par M. A. Haller.

« Dans une Note précédente (*Comptes rendus*, t. CXXXVIII, 1904, p. 984) M. Bouveault a proposé, comme moyen de caractériser les alcools, de préparer leurs éthers pyruviques et de combiner ceux-ci à la semicarbazide. On obtient ainsi des composés cristallisant aisément et remplissant parfaitement le rôle désiré. M'inspirant de cette idée, j'ai pensé à caractériser les acides de la série grasse par un procédé analogue.

» Les divers acides devant fournir avec l'acétol ou oxyacétone

$$CH^3 — CO — CH^2OH$$

des éthers *cétoniques* susceptibles de donner aussi des semicarbazones, celles-ci pouvaient constituer des dérivés caractéristiques des acides auxquels elles correspondent.

» J'ai constaté qu'il en est en effet ainsi, car les semicarbazones obtenues cristallisent aisément, sont faciles à purifier et possèdent un point de fusion très net.

» *Les éthers de l'acétol*, dont on n'a jusqu'à présent décrit que le formiate et l'acétate, peuvent s'obtenir en traitant l'acétol lui-même par les divers acides; mais il est plus avantageux d'employer directement, comme matière première, l'acétone

monochlorée $CH^3 - CO - CH^2Cl$. Une molécule de l'acide à caractériser, dissoute dans l'éther anhydre, est additionnée de la quantité théorique de sodium en fils. Quand l'attaque est terminée, on ajoute une molécule de monochloracétone pure et l'on chauffe au bain-marie pour chasser l'éther. En maintenant au bain d'huile, pendant 4 heures environ, à la température de 120°-130° le mélange du sel de sodium et de la monochloracétone, on provoque sa transformation en chlorure de sodium et éther d'acétol suivant l'équation

$$CH^3 - CO - CH^2Cl + R - CO^2Na = CH^3 - CO - CH^2 - CO^2 - R + NaCl.$$

» Après refroidissement, on reprend la masse par l'eau et l'éther ordinaire; la solution éthérée est lavée au carbonate de soude et à l'eau, puis, après départ de l'oxyde d'éthyle, rectifiée dans le vide.

» Les éthers d'acétol correspondant aux acides employés se forment avec un rendement moyen de 70 à 75 pour 100; ils distillent dans le vide sans décomposition appréciable et possèdent un point d'ébullition qui est de quelques degrés plus élevé que celui de l'acide fondamental. Par exemple, l'*éther butyrique de l'acétol* $C^7H^{12}O^3$ bout à 106°-107° sous 25mm; l'*éther caproïque*, à 107°-108° sous 10mm; l'*éther décylique*, à 165°-170° sous 25mm et enfin l'*éther myristique* $C^{17}H^{32}O^3$ bout de 224° à 226° sous 26mm et fond à 42°.

» *Les semicarbazones correspondantes* s'obtiennent avec la plus grande facilité en traitant l'éther cétonique par la semicarbazide en solution acétique. Elles donnent toutes d'excellents chiffres à l'analyse. Voici quelles sont les propriétés de certaines d'entre elles :

» 1° *Semicarbazone de l'éther acétique :* cristallise dans l'alcool méthylique en aiguilles assez solubles dans l'eau et fondant à 147°-148° (149°-150° corr.);

» 2° *Semicarbazone de l'éther butyrique :* très soluble dans la plupart des dissolvants organiques ce dérivé se dépose de l'éther en aiguilles fondant à 81°-82° (82°-83° corr.);

» 3° *Semicarbazone de l'éther caproïque :* fond à 90° (91° corr.) après cristallisation dans la benzine additionnée de pétrole ou dans l'alcool étendu;

» 4° *Semicarbazone de l'éther décylique :* soluble dans la benzine bouillante, fond à 103°-104° (104°-105° corr.);

» 5° *Semicarbazone de l'éther myristique :* paillettes fondant à 110°-110°,5 (111°-112° corr.) après cristallisation dans l'alcool méthylique bouillant.

» Cette méthode de caractérisation des acides est plus avantageuse que le procédé indiqué précédemment par M. Bouveault (*Comptes rendus*, t. CXXIX, 1899, p. 53) et basé sur l'emploi des chlorures d'acides et de la tétrachlorohydroquinone. En effet, un certain nombre d'acides, surtout dans la série non saturée, ne peuvent être transformés en chlorures sans modification dans leur constitution. Leur transformation en sels de sodium par le procédé que nous avons indiqué ne présente au contraire aucun inconvénient.

» Les semicarbazones caractéristiques peuvent en outre être obtenues avec des quantités de substance extrêmement faibles : 5g d'acide suffisent amplement dans tous les cas.

» Enfin, la régénération des acides purs en partant de ces semicarbazones se fait avec une extrême facilité en traitant ces dernières par la potasse alcoolique. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Transformation des azoïques à fonction alcool orthosubstituée en dérivés indazyliques.* Note de M. **P. Freundler**, présentée par M. H. Moissan.

« On sait que le groupement fonctionnel azoïque résiste aux réactifs les plus énergiques à l'exception des réducteurs; cette stabilité offre un contraste frappant avec la facilité avec laquelle certains azoïques se transforment en indazols.

» J'ai montré, en effet (¹), que l'alcool benzène-azo-*o*-benzylique fournit du phénylindazol lorsqu'on cherche à le distiller ou qu'on le chauffe à 100° avec de l'acide sulfurique dilué. Cette réaction est absolument générale et elle s'effectue chaque fois que le groupement azoïque est situé en position ortho par rapport à une fonction CH^2OH :

$$C_6H_4\begin{cases}Az = Az.R\\ CH^2OH\end{cases} = C_6H_4\left\langle\begin{matrix}Az\\ |\\ CH\end{matrix}\right\rangle Az.R + H^2O.$$

» Ainsi, l'*alcool p-toluène-azo-o-benzylique* (aiguilles rouges fusibles à 93°), se transforme en *p*-tolylindazol $C^6H^4\left\langle\begin{matrix}Az\\ |\\ CH\end{matrix}\right\rangle Az.C^6H^4.CH^3$ (4) lorsqu'on le chauffe avec un acide minéral.

» Les deux alcools azoïques précédents sont relativement stables à froid et même à 100° en solution alcaline, neutre ou acétique. Il n'en est pas de même des azoïques disubstitués suivants :

(I) $C_6H_4\begin{cases}Az\\ CH^2OH\end{cases} = \begin{cases}Az\\ HO^2C\end{cases}C_6H_4$ $\qquad$ $C_6H_4\begin{cases}Az\\ CH^2OH\end{cases} = \begin{cases}Az\\ HO.CH^2\end{cases}C_6H_4$ (II)

(¹) *Comptes rendus*, t. CXXXVI, p. 1136.

» En effet, l'alcool-acide (I) est déshydraté par la soude alcoolique froide; quant à l'alcool *o*-azobenzylique (II), il est tellement instable qu'il se transforme spontanément à froid, en solution acétonique ou alcoolique, en *alcool indazyl-o-benzylique* (IV) :

(III) $C_6H_4 \langle {Az \atop CH} \rangle Az . C_6H_4 . CO^2H$ (IV) $C_6H_4 \langle {Az \atop CH} \rangle Az . C_6H_4 . CH^2OH$

» *Acide-alcool o-azobenzylique.* — La condensation de l'*o*-nitrosobenzoate de méthyle et de l'alcool *o*-aminobenzylique en solution acétique, a fourni entre autres produits de l'*éther-alcool benzène-azobenzoïque*

$$(2)\ CH^2OH.C^6H^4.Az = Az.C^6H^4.CO^2CH^3\ (2');$$

ce dernier se présente sous la forme d'une masse cristalline rouge très soluble dans les liquides organiques, sauf dans l'éther de pétrole [1]. Cet éther-alcool a été traité à froid par de la soude alcoolique; au bout de 12 heures, la saponification était totale, mais elle avait donné naissance, non pas à l'acide-azoïque correspondant, mais bien à l'*acide o-indazylbenzoïque,* déjà décrit, fusible à 204°-205° (III).

» *Alcool o-azobenzylique.* — Cet alcool n'ayant pu être obtenu par réduction alcaline de l'alcool *o*-nitrobenzylique, j'ai essayé de le préparer en partant de l'alcool *o*-azoxybenzylique [2]. Ce dernier a été d'abord transformé en hydrazoïque par la poudre de zinc et la soude alcoolique; puis la solution renfermant l'hydrazoïque a été additionnée d'oxyde de mercure *à froid.* Ce traitement a provoqué immédiatement l'apparition de la coloration rouge caractéristique des azoïques, mais au bout de quelque temps la liqueur s'est décolorée de nouveau et l'on n'a pu en retirer que de l'alcool indazyl-*o*-benzylique en quantité sensiblement théorique.

» L'alcool indazyl-*o*-benzylique se présente généralement sous la forme d'une résine jaune presque solide, qui distille sans décomposition vers 250° sous 20^{mm}-25^{mm}; on peut toutefois l'obtenir à l'état cristallisé (prismes fusibles vers 56°-57°) en saponifiant son *dérivé benzoylé* (aiguilles fusibles à 87°,5). Il est soluble dans les acides moyennement concentrés et forme un *chloroplatinate* très bien cristallisé.

» Il résulte de ce qui précède que la présence dans le second noyau d'un groupement CO^2H ou CH^2OH ortho-substitué, facilite la transformation des azoïques-alcools en dérivés indazyliques au point de rendre ceux-ci absolument instables. Je montrerai, dans une prochaine Note, que l'étude

---

(1) La condensation de l'alcool *o*-aminobenzylique et de l'acide *o*-nitrosobenzoïque qui devait donner naissance à l'acide-alcool azoïque ou à l'acide *o*-indazylbenzoïque, ne s'est pas effectuée dans le sens voulu. Le seul produit acide défini qui a pris naissance est l'acide *o*-azoxybenzoïque fusible à 252°-253° (déc.).

(2) BAMBERGER, *Berichte,* t. XXXVI, p. 836.

de ces deux dernières réactions m'a permis d'éclaircir complètement le mécanisme de la réduction alcaline de l'alcool *o*-nitrobenzylique. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Limite de copulation du diazobenzène et du phénol.* Note de M. **Léo Vignon**, présentée par M. H. Moissan.

« On sait que les dérivés diazoïques se copulent avec les phénols en donnant des composés azoïques; certains de ces composés peuvent être copulés à leur tour avec les dérivés diazoïques en donnant des disazo.

» J'ai étudié ce phénomène et cherché la limite de ces copulations successives en prenant comme point de départ le diazobenzène et le phénol.

» *Paraoxybenzène :* $C^6H^5.N^2.C^6H^4.OH$*p*. — La préparation de ce corps a été réalisée par Mazzara (*Gaz. chim. ital.*, t. IX, p. 424). En étudiant les conditions de formation de ce composé, j'ai amélioré sa préparation en quadruplant le rendement.

» On emploie 40^g aniline, 34^g NO^2Na, 120$^{cm^3}$ HCl 22°, eau et glace 200^g; le diazo formé est copulé à 0°, avec une solution de 42^g $C^6H^5.OH$, 20^g KOH, 200$^{cm^3}$ eau; il se forme par agitation un précipité jaune clair qu'on filtre, essore et purifie par cristallisations dans l'alcool. On obtient finalement 65^g de produit pur fusible à 148° (rendement théorique 85^g; rendement par la méthode Mazzara 15^g, fusible à 142°).

» *Phénolbidiazobenzène.* — Ce corps s'obtient par simple mélange, en milieu alcalin, d'une solution aqueuse de $C^6H^5N^2Cl$ avec $C^6H^5.N^2.C^6H^4.OH$ p. (aniline 20^g, NO^2Na 17^g, HCl 22°-60$^{cm^3}$, eau et glace 200$^{cm^3}$, donnent $C^6H^5N^2Cl$, qu'on mélange à 43^g *p.*-oxyazobenzène dissous dans 200$^{cm^3}$ eau et 15^g KOH à 0°). On obtient un abondant précipité rouge brun qui est recueilli, purifié par cristallisations dans l'alcool; on a finalement 15^g de produit pur fusible à 123°-124° (théorie 60^g); une certaine quantité de *p.*-oxyazobenzène échappe à la réaction.

» Le phénolbidiazobenzène peut s'obtenir dans de bien meilleures conditions par copulation de 2^{mol} $C^6H^5N^2Cl$, sur 1^{mol} $C^6H^5.OH$. En partant de 15^g $C^6H^5N^2.Cl$ dans 150^g eau et glace, phénol 5^g, KOH 8^g, eau et glace 100^g, on obtient 13^g produit pur fondant à 123°-124° (théorie 16^g).

» Le phénolbidiazobenzène est cristallisé en paillettes rouge brun, insoluble dans l'eau, très soluble dans l'éther et la benzine, un peu soluble dans l'alcool à 93°, davantage dans l'alcool absolu, très soluble dans les solutions alcalines. Il répond à la formule $(C^6H^5N^2)^2.C^6H^3OH$.

» Ce corps a déjà été obtenu par Griess en faisant agir le carbonate de potassium sur le chlorure de diazobenzène. J'ai constaté qu'il se formait également par l'action de la potasse caustique sur le même corps; ces réactions décomposent, en effet, le chlorure de diazobenzène en donnant du phénol qui s'unit au fur et à mesure de sa formation avec le chlorure de diazobenzène non décomposé.

» Le nitrate de diazobenzène réagissant sur le paraoxyazobenzène en solution potassique, le chlorure de diazobenzène agissant sur l'acide paraoxybenzoïque donnent naissance au même composé; mais le mode de formation le plus avantageux consiste, d'après nos expériences, à faire agir 2^{mol} $C^6H^5N^2Cl$ sur 1^{mol} $C^6H^5.OH + 2KOH$.

» Ce phénolbidiazobenzène a la constitution suivante :

$$\text{OH} - C_6H_3(N = N - C^6H^5)(N = N - C^6H^5)$$

» En comparant les points de fusion du corps obtenu par Griess, ou par les deux méthodes que j'ai employées, on trouve des différences (Griess avait indiqué 131) que j'ai cherché à éclaircir. En réalité ces différences proviennent de purifications insuffisantes. En effet, le phénolbidiazobenzène, obtenu par une quelconque des trois méthodes, quand il est complètement purifié par un grand nombre de cristallisations dans l'alcool, fond à 123°. Ce point de fusion ne varie pas par un chauffage de 3 heures à 80°, ni par dissolution dans KOH et précipitation par HCl.

» *Formation du phénoltridiazobenzène.* — Pour obtenir ce corps j'ai fait réagir successivement :

1° $$C^6H^5N^2Cl + (C^6H^5N^2)^2C^6H^3OK,$$

2° $$2(C^6H^5N^2Cl) + C^6H^5N^2C^6H^4OK + KOH,$$

3° $$3(C^6H^5N^2Cl) + C^6H^5OK + 2KOH.$$

» Les résultats ont été nuls et, en variant les conditions de la réaction, on n'a obtenu aucune trace de phénoltridiazobenzène.

» Les analyses ont prouvé qu'il se formait : soit du *p.*-oxyazobenzène

$$C^6H^5N^2.C^6H^4OH$$

fondant à 148°; soit du phénolbidiazobenzène

$$(C^6H^5N^2)^2.C^6H^3.OH$$

fondant à 123°.

» On a trouvé pour le dosage de l'azote dans les produits provenant de :

	N pour 100.	Calculé pour bidiazo.	Calculé pour tridiazo.
$(3C^6H^5N^2Cl + C^6H^5.OH)$...........	18,65	18,54	20,60
$[C^6H^5N^2Cl + (C^6H^5N^2)^2.C^6H^3.OH]$..	18,83	»	»

» *En résumé*, par action directe de 1^{mol} de chlorure de diazobenzène sur 1^{mol} de phénol on obtient du paraoxyazobenzène; 2^{mol} de chlorure de dia-

zobenzène forment avec 1^{mol} de phénol du phénolbidiazobenzène en quantité sensiblement théorique. La formation de ce corps représente la limite de la copulation; le phénoltridiazo n'a pu être obtenu dans aucun cas. »

PHYSIQUE BIOLOGIQUE. — *Modifications de la radiation des centres nerveux sous l'action des anesthésiques.* Note de MM. **Jean Becquerel** et **André Broca**, présentée par M. Becquerel.

« On sait que les végétaux soumis à l'action du chloroforme n'émettent plus de rayons N (Édouard Meyer, 11 janvier 1904) et que cette action s'étend aux sources inorganiques telles que le sulfure de calcium et le sable préalablement insolés (Jean Becquerel, 9 mai 1904). L'émission de ces corps est presque totalement suspendue pendant l'action des vapeurs d'anesthésiques (chloroforme, éther, protoxyde d'azote). Il était intéressant de voir ce que devient, sous l'action de ces mêmes anesthésiques, le rayonnement des centres nerveux.

» Nous avons soumis des chiens à l'action des vapeurs d'éther ou de chloroforme, et de la solution de chloral-morphine habituelle en injection intrapéritonéale par la méthode de Richet. Nous avons alors observé des phénomènes variables suivant la période de la narcose et qui ont été en gros les mêmes avec tous les anesthésiques; nous avons cependant constaté quelques différences sur lesquelles nous insisterons.

» Comme on doit s'y attendre, c'est la substance cérébrale qui est essentiellement touchée par les anesthésiques.

» Dans la période d'excitation du début de l'anesthésie, le cerveau émet des rayons N en quantité énorme. L'observation se fait très aisément par la diminution d'éclat du sulfure de calcium, placé à l'extrémité d'un tube de plomb, lorsque ce tube passe au-dessus d'une scissure cérébrale (André Broca, 9 mai 1904). Ce phénomène d'excitation existe, comme on le sait, dans l'action des vapeurs anesthésiques sur les matières inorganiques (Jean Becquerel, *loc. cit.*).

» Quand l'anesthésie devient plus profonde, les phénomènes changent. D'abord le cerveau n'émet plus de rayons N d'une manière sensible; on ne distingue plus les scissures quand on promène le tube sur le crâne. Ensuite, on voit apparaître des rayons N_1. Dans ce cas, on voit la luminosité augmenter quand on passe sur une scissure, et aussi quand on éloigne le

tube du cerveau. Nous allons indiquer maintenant les différences que présentent à ce point de vue les divers anesthésiques.

» Avec l'*éther*, l'émission des rayons N_1 ne se produit qu'au moment où la vie de l'animal est en danger. La première fois que nous les avons vus, nous avons été obligés de faire une énergique respiration artificielle pour ramener l'animal à la vie. La seconde fois, huit jours plus tard, l'animal est mort malgré tous nos efforts.

» Avec le *chloroforme* l'émission des rayons N_1 se prolonge pendant tout le temps de la narcose profonde, même dans les cas où l'animal se réveille de lui-même. Mais cette émission ne se fait pas d'une manière continue, elle présente d'abord des oscillations irrégulières. Les rayons N apparaissent souvent à la place des rayons N_1, ou inversement, sous l'œil même de l'observateur. Ces oscillations ont, en général, une durée de l'ordre de la minute. Au bout d'un certain temps, le régime permanent des rayons N_1 s'établit et se maintient, sans oscillations, jusqu'au moment où, l'animal se réveillant, les rayons N reparaissent.

» Avec le *chloral* nous avons observé les mêmes faits, avec de petites variantes. Les rayons N_1 ont apparu excessivement vite, le régime permanent a duré 30 minutes, et nous avons observé pendant le réveil du chien des oscillations entre rayons N et rayons N_1 analogues à celles du début de l'action du chloroforme.

» Nous avons perdu deux animaux par l'anesthésie pendant ces expériences, l'un par l'éther et l'autre par le chloroforme. Dans les deux cas, nous avons observé une émission de rayons N par le cerveau après l'arrêt du cœur et de la respiration. Cette émission dans le cas de l'éther a duré 10 minutes. L'excitation électrique a fait réapparaître des rayons N, puis des rayons N_1. Enfin, l'excitabilité électrique disparaissant, le rayonnement a définitivement cessé.

» La moelle épinière subit des variations beaucoup moins grandes que le cerveau. Son observation est très facile grâce à l'existence des centres d'activité décrits précédemment (André Broca et A. Zimmern, 16 mai 1904).

» On ne trouve aucune modification appréciable pour les rayons émis par la moelle dans la première période d'excitation. Les centres continuent à se distinguer des parties voisines comme précédemment et ne semblent pas rayonner davantage.

» Avec l'*éther*, au moment de l'émission des rayons N_1 par le cerveau, la moelle a une émission très diminuée, peut-être même par instants supprimée, de rayons N; nous n'avons pas, dans ce cas, observé de rayons N_1.

» Avec le *chloroforme* et le *chloral*, nous avons observé, par instants très fugaces, la production de rayons N_1 par la moelle. Il n'y a aucun synchronisme entre l'émission des rayons N_1 par le cerveau et par la moelle. Ceux-ci n'apparaissent jamais que longtemps après ceux du cerveau et disparaissent longtemps avant eux; ils semblent caractériser une période de narcose très profonde.

» Après cessation de la respiration et arrêt du cœur, on observe encore des rayons N normaux sur la moelle pendant un temps de l'ordre d'une demi-heure.

» Nous tirerons de ces expériences tout d'abord des conclusions pratiques :

» 1° Quand, dans l'anesthésie, on voit apparaître des rayons N, sur la moelle, ou seulement qu'on ne peut plus distinguer sur celle-ci ses centres d'activité, l'animal est en danger.

» 2° La cessation de tout rayonnement des centres nerveux prolongée pendant quelques minutes est un signe de mort certaine.

» Au point de vue théorique, il est probable que les anesthésiques agissent directement sur l'émission des rayons N, comme dans le cas des sources inorganiques et des végétaux, mais cette action est insuffisante pour expliquer l'apparition des rayons N_1. Pour rendre compte de ceux-ci, on peut se poser la question suivante : N'y a-t-il pas, pendant le fonctionnement normal du cerveau, superposition de rayons N et N_1? Les anesthésiques atteindraient exclusivement les centres de production de rayons N. Mais il est intéressant aussi de rapprocher ces faits de ceux qui ont été observés dans les phénomènes d'inhibition par MM. Charpentier et Édouard Meyer (28 mars 1904). Ces auteurs ont en effet vu, sur le cœur, que l'excitation inhibitrice était accompagnée de rayons N_1. Si nous admettons la généralité de cette action, nous sommes conduits à nous poser cette question : les phénomènes d'anesthésie ne sont-ils pas dus à l'excitation active par le poison de certains centres inhibiteurs, qui suppriment par inhibition active les sensations?

» Nous nous proposons d'étudier expérimentalement la valeur de ces hypothèses. »

PHYSIQUE BIOLOGIQUE. — *Sur une preuve physique de l'adaptation entre les agents naturels et leurs organes percepteurs.* Note de M. **Augustin Charpentier**, présentée par M. d'Arsonval.

« Nous avons déjà constaté, d'une part pour les substances toxiques, d'autre part pour plusieurs extraits d'organes, qu'il y avait une sorte de résonance, se traduisant par un renforcement spécifique dans l'émission de rayons N, quand ces substances étaient approchées des organes ayant pour elles une affinité physiologique particulière ou présentant avec elles une analogie de nature [1]. On peut aller plus loin dans cette voie et se

[1] Voir *Comptes rendus*, 21 mars et 11 avril 1904.

demander si un renforcement spécifique analogue ne se produit pas quand on met, en présence d'un organe sensoriel ou des centres nerveux correspondants, *l'excitant physique capable d'agir sur eux.*

» Dans l'ordre de l'*olfaction*, par exemple, on peut faire un écran phosphorescent ayant pour base une substance odorante (laquelle, nous l'avons montré, émet par elle-même des rayons N); on peut prendre soit une tablette de camphre recouverte d'une tache de sulfure sur une de ses faces, soit un petit flacon plat renfermant une essence et sur une paroi duquel est disposée pareillement une tache phosphorescente. Or un tel écran voit sa luminosité augmenter vis-à-vis des centres nerveux, principalement de certains d'entre eux, mais les points qui l'influencent le plus sont ceux que nous pouvons nommer *points olfactifs*, dont nous avons précédemment signalé la propriété de renforcer l'odorat quand ils sont excités par des rayons N : partie supérieure du nez, glabelle, partie médiane du crâne, voisine de la suture fronto-pariétale ([1]).

» Recherchons le même effet sur les organes de la *vision*. Nous formerons un écran renforçateur à base lumineuse en prenant une petite lampe à incandescence de faible intensité et sous-voltée, de manière que, tout en éclairant un peu, elle ne donne qu'une augmentation de chaleur extrêmement lente et incapable de gêner l'expérience; cette lampe sera recouverte d'un papier noir et opaque muni extérieurement d'une tache phosphorescente. Or, cet écran brillera, comme tout à l'heure, vis-à-vis de certaines parties du système nerveux, mais notablement plus fort vis-à-vis des *points visuels*, c'est-à-dire des points reconnus pour influencer la vision sous l'action des rayons N, et manifestant, d'ailleurs, une activité spéciale à la suite des excitations visuelles : œil, partie moyenne de l'intervalle compris entre les bosses pariétales et le sommet de l'occipital, partie postérieure de la suture sagittale.

» A s'en tenir pour le moment aux deux sens précédents, pour lesquels les localisations nerveuses sont les plus nettes, on peut tirer de ces faits plusieurs conclusions intéressantes : la première, c'est que les centres nerveux sensoriels sont *spécifiquement différents* les uns des autres sous certains rapports, puisqu'ils ne réagissent pas physiquement de la même façon dans des circonstances semblables; la seconde, c'est qu'il y a une certaine adaptation, non seulement entre les agents physiques et les agents sensoriels destinés à les recevoir, mais *entre ces agents et les centres nerveux* qui les perçoivent après réception de l'organe sensoriel; la troisième, et peut-être la plus importante, c'est *qu'il y a certaines propriétés communes, impliquant quelque analogie de nature, entre les excitants sensoriels et les organes nerveux périphériques ou centraux affectés à leur perception*, puisqu'ils font preuve, par suite de cette sorte de résonance spécifique, de propriétés émissives analogues. »

([1]) Voir *Comptes rendus*, 29 février 1904.

PHYSIQUE BIOLOGIQUE. — *Action des rayons* N *sur des phénomènes biologiques.* Note de MM. **M. Lambert** et **Ed. Meyer**, présentée par M. d'Arsonval.

« Nous avons recherché depuis quelque temps l'action sur les végétaux et les ferments des rayons N, dont l'influence sur les phénomènes vitaux, signalée déjà par M. Charpentier, a été étudiée aussi par M. Ch. Richet.

» On ensemence dans une série d'éprouvettes semblables, sur du coton humide, des graines de cresson alénois. La moitié de ces éprouvettes est placée dans un bocal renfermant de l'eau pure, l'autre moitié dans un bocal semblable contenant de l'eau salée. Les deux bocaux, placés côte à côte, se trouvent soumis aux influences identiques de la chaleur, de la lumière, etc. Les germinations s'accomplissent donc dans des conditions aussi semblables que possible, sauf, pour les premières, la soustraction, dans la limite du possible, aux rayons N extérieurs. Au début, on ne perçoit pas de différence bien sensible, mais, lorsque les tiges sont un peu levées, celles soustraites aux rayons N (eau pure) sont plus grêles et plus élancées que celles soumises à l'action de ces rayons. Les feuilles présentent une teinte un peu plus foncée. En somme, à l'intensité près, car il s'agit de différences très légères, les rayons N paraissent agir sur l'activité protoplasmique comme les rayons lumineux, c'est-à-dire qu'ils diminuent son intensité. Il est toutefois remarquable que ces phénomènes sont fugitifs et ne s'observent qu'à un certain stade de la croissance.

» Pensant qu'il y avait là un phénomène général, nous avons cherché à en obtenir une appréciation numérique en nous adressant à la fermentation alcoolique, mais la difficulté de maintenir, malgré des conditions en apparence aussi semblables que possible, deux fermentations rigoureusement identiques pendant toute leur durée, ne nous a pas permis d'obtenir jusqu'ici des conclusions bien précises. Les ferments solubles nous ont donné des résultats mieux déterminés. Nos expériences ont été exécutées avec de l'amylase, de la salive et de l'invertine. Pour les fermentations à l'étuve, le dispositif précédent s'est montré inutilisable, l'accès des rayons N étant empêché sur cinq parois. Au contraire, des digestions de fécule par la salive (tubes de Glinski-Walter), opérées dans le laboratoire, décèlent l'action ralentissante des rayons N. En plaçant à l'étuve, à 42°, des ballons où s'accomplissaient les fermentations dans des vases renfermant des sources de rayons N (ressorts d'acier), vases eux-mêmes complètement entourés d'eau pure afin d'éliminer les rayons extérieurs, nous avons constaté des différences à l'avantage des ballons témoins non soumis à de semblables rayons.

» *Expérience.* — Huit ballons sont placés pendant 1 heure à l'étuve à 42°. Ils renferment chacun 40^{cm^3} de solution d'amidon soluble à 1 pour 100 et 1^{cm^3} de salive mixte fraîche filtrée. Deux reçoivent la lumière du jour et les rayons N éventuels (ballons dans l'eau salée), deux la lumière sans rayons N (ballons dans l'eau pure), deux sont à l'obscurité, deux sont à la lumière sans rayons N éventuels, mais placés sur des ressorts d'acier émettant des rayons N. Les six premiers ballons renfermaient à la fin de l'expérience une quantité de sucre réducteur correspondant à 0,163 de glucose, les deux derniers à 0,159.

» Cette expérience maintes fois répétée nous a donné des résultats semblables. Les rayons N ont donc sur l'activité des ferments solubles comme sur la végétation une influence ralentissante mais extrêmement faible.

» Quoi qu'il en soit, ces faits sont à rapprocher de ceux signalés il y a longtemps par M. Duclaux. Ce dernier, en effet, avait remarqué, en même temps que l'action ralentissante de la lumière, l'emmagasinement de cette action dans des vases insolés. Ces importantes observations étaient restées sans interprétation. On peut se demander si l'effet de la lumière et surtout les phénomènes d'emmagasinement ne seraient pas précisément dus, en partie tout au moins, aux nouvelles radiations. Nous avons été toutefois frappés de ce fait que les différences observées par M. Duclaux étaient beaucoup plus fortes que celles de nos expériences. Peut-être pourrait-on invoquer la part prépondérante exercée par la lumière même dans cette action ralentissante (oxydation du ferment?). Des tentatives dans cette direction, sur lesquelles il y aura lieu de revenir, semblent plaider en faveur de cette manière de voir. »

PHYSIQUE BIOLOGIQUE. — *Sur des cas d'expulsion rapide de calculs par la d'arsonvalisation.* Note de M. **A. Moutier**, présentée par M. d'Arsonval.

« Dans un travail antérieur (¹) nous avons montré, le premier, combien les courants de haute fréquence pouvaient avoir une heureuse influence dans le traitement des lithiases; depuis les électro-thérapeutes, qui se sont occupés de cette question, sont venus confirmer que ce mode d'électrisation semblait devoir constituer un excellent traitement de ces affections et qu'il pouvait même arriver à les guérir, mais ils firent des réserves sur les

(¹) A. Moutier, *Essai sur le traitement des lithiases, à l'aide des courants de haute fréquence* (*Soc. franç. d'Électrothérapie*, 1898).

cas d'expulsion immédiate de calculs, après quelques séances de haute fréquence, et ils n'auraient jamais observé cette action expulsive, dont nous avions rapporté des exemples dans notre premier travail.

» Or, depuis, nous avons observé quelques faits qui sembleraient établir qu'il ne s'agit pas d'une simple coïncidence, mais que les courants de haute fréquence auraient une action expulsive, au moins dans certains cas.

» En effet, d'une part nous avons assez souvent constaté chez des artérioscléreux, que nous soumettions exclusivement à l'autoconduction pour abaisser leur pression artérielle, une émission de graviers et quelquefois de petits calculs urinaires, à la suite des premières séances de d'arsonvalisation.

» D'autre part, nous avons soigné deux malades, chez lesquels l'expulsion des calculs suivit presque immédiatement la première application électrique, ainsi que vont le montrer deux observations.

» I. En 1901, M. W., âgé de 52 ans, s'est présenté à nous avec des douleurs très vives dans la région lombaire et présentant tous les caractères des douleurs que l'on rencontre dans la colique néphrétique; mais le malade se plaignait en même temps de douleurs telles dans la région vésicale que l'on devait craindre la présence d'un calcul dans la vessie. Dans ces conditions, nous avons envoyé notre malade chez un de nos confrères, spécialiste, pour que celui-ci fasse un examen de la vessie. Le malade revint le lendemain, notre confrère ayant constaté que la vessie ne contenait aucun calcul; nous fîmes immédiatement une séance d'électricité, qui se composa d'une séance de d'arsonvalisation et d'une application de courant de haute fréquence et de haute tension dans la région de la colonne vertébrale, en insistant particulièrement sur la partie lombaire, ceci pour calmer les douleurs et relever la pression artérielle qui était abaissée. Le malade nous quitta ne souffrant plus et rentra chez lui. Mais, dans le trajet de chez nous à chez lui, il ressentit une vive envie d'uriner qui le força à s'arrêter pour satisfaire ce besoin, la première partie de la miction se passa sans incident, mais bientôt il ressentit une douleur très vive dans l'urètre et la miction s'arrêta; rentré chez lui il constata à l'extrémité de l'urètre la présence d'un calcul qu'il ne rendit que le lendemain, calcul d'acide urique de la grosseur d'un petit haricot. Ayant fait encore quelques séances d'électrisation, le malade ne rendit plus de calculs; il n'a suivi depuis aucun traitement et n'a jamais eu de nouvelle colique néphrétique.

» II. Au mois de janvier 1904, M. Z., âgé de 55 ans, se présentait à nous dans des conditions absolument semblables à celles du malade précédent; nous lui avons de suite appliqué le même traitement et, le soir, le malade rendit deux calculs également d'acide urique et de la grosseur d'un petit pois; il rendit encore du gravier le lendemain matin.

» Il semble vraisemblablement qu'il ne s'agit pas là de simples coïnci-

dences mais que, *dans certains cas, tout au moins*, les courants de haute fréquence auraient une action expulsive. »

PHYSIQUE BIOLOGIQUE. — *De la stérilisation du liège*. Note de M. F. **Bordas**, présentée par M. d'Arsonval.

« Le développement de certaines muscédinées, telles que l'*Aspergillus niger*, le *Penicillium glaucum*, dans les infractuosités du liège femelle, et l'envahissement plus ou moins profond du tissu cellulaire par les filaments mycéliens de ces moisissures provoquent dans les bouchons issus de planches ainsi contaminées la formation de principes volatils qui se communiquent aux liquides en contact avec ces bouchons.

» Lorsque les bouchons sont traversés par de nombreux canaux médullaires dans lesquels se sont développés les filaments mycéliens de l'*Aspergillus niger* on peut, avec un peu d'habitude, reconnaître à l'odorat les bouchons qui donneront ultérieurement le goût de bouchon aux liquides.

» Mais il n'en est plus de même lorsque le liège est sain d'aspect et que les filaments mycéliens ont pénétré dans l'intimité du tissu cellulaire.

» On conçoit qu'il suffise de quelques spores pour que, lorsque les conditions favorables au développement des moisissures se trouveront réalisées, ces champignons envahissent tout le liège et communiquent aux liquides le goût désagréable bien connu.

» Tous les procédés actuels pour assainir et blanchir le liège, tels que ébullition en présence d'hypochlorites, de chlore gazeux, d'acide sulfureux, etc., sont sans action sur les moisissures contenues dans les canaux médullaires du liège et *a fortiori* sur les filaments mycéliens intracellulaires. Il faut détruire tous les germes des moisissures, et cela dans toute la masse du liège, et faire disparaître en outre les principes odorants déjà formés qui préexistent dans les lièges malades.

» On y arrive en stérilisant le liège dans le vide. On place les bouchons dans une enceinte chauffée à 120° pendant 10 minutes environ ; on fait ensuite le vide, puis on rétablit la pression en laissant pénétrer de la vapeur d'eau, que l'on porte ensuite à la température de 130° pendant 10 minutes.

» Les bouchons ainsi traités sont toujours stériles et ne donnent plus de mauvais goût. »

CHIMIE BIOLOGIQUE. — *Étude de l'action lipolytique du cytoplasma de la graine de ricin.* Note de M. **Maurice Nicloux**, présentée par M. A. Haller.

« J'ai montré précédemment ([1]) que la dissociation, obtenue par des moyens mécaniques, des éléments cellulaires de l'albumen de la graine de ricin permet de localiser sur le cytoplasma l'action saponifiante si remarquable de la graine entière.

» Cette action lipolytique qui s'effectue, d'une part, en présentant un maximum d'activité à la température de 35° environ et qui, d'autre part, ne met en jeu que de petites quantités de cytoplasma vis-à-vis de la quantité de substance à transformer, fait penser à une action diastasique.

» Dès lors il était intéressant de se demander si les propriétés générales des diastases, si les lois qui régissent leur action, telles que nous les ont fait connaître les travaux de Duclaux, Tammann, Brown, Victor Henri, se vérifieraient en ce qui concerne l'hydrolyse des substances grasses par le cytoplasma. C'est cette étude que j'ai entreprise et dont je donne aujourd'hui les premiers résultats.

» 1. Action de la température. — Deux cas peuvent se présenter :

» *a.* Le cytoplasma *seul* en suspension dans l'huile subit l'action d'une température croissante. On constate, dans ces conditions, une résistance très marquée à l'action de la chaleur; l'activité du cytoplasma n'est nullement modifiée entre 40° et 100°, et même pour la température de 100° maintenue pendant 20 heures.

» Pour les températures supérieures à 100°, en représentant, par exemple, par 10 l'activité initiale, on trouve, après un séjour de :

15 minutes à 110°	10	15 minutes à 130°	1,8
15 minutes à 120°	6,85	15 minutes à 150°	1,05

» *b.* Le cytoplasma en suspension dans l'huile, puis additionné d'eau acidifiée (acide acétique), c'est-à-dire effectuant une saponification, subit l'action d'une température régulièrement croissante. On reconnaît alors que l'élévation de température favorise l'action saponifiante jusqu'aux

([1]) *Sur un procédé d'isolement des substances cytoplasmiques* et *Sur le pouvoir saponifiant de la graine de ricin* (*Comptes rendus,* même Tome, p. 1112 et 1175).

environs de 35°; à partir de celle-ci, l'action est retardée. La température de 55°, maintenue 10 minutes, arrête la saponification.

» Ces résultats correspondent à ce que nous savons des diastases chauffées, soit à l'état sec, soit en cours d'action.

» 2. Étude de la vitesse de saponification. — 1° *Le cytoplasma reste comparable à lui-même pendant toute la durée de la saponification.* Voici le type d'expérience qui le démontre.

» On prend 25g d'huile de coton, 0g,2 de cytoplasma (considéré à l'état sec, mais, en réalité, en suspension dans l'huile), 10cm³ d'acide acétique à 6 pour 1000; on trouve :

» Après une demi-heure, proportion saponifiée pour 100 : A = 30,55.

» On partage la masse en deux, on ajoute à l'une d'elles 12g,5 d'huile, 5cm³ d'acide acétique à 6 pour 1000, et on laisse continuer la saponification; la quantité de cytoplasma qui agit n'est plus alors que de 0g,1; on trouve :

» Après une demi-heure, proportion saponifiée pour 100 : B = 31,35.

» D'autre part, on prend 25g d'huile, 0g,1 de cytoplasma, 10cm³ d'acide acétique à 6 pour 1000; on trouve :

» Après une demi-heure, proportion saponifiée pour 100 : C = 17,05.

» Si le cytoplasma reste comparable à lui-même, on doit avoir

$$C = B - \frac{A}{2}.$$

» C'est ce que l'expérience vérifie avec une approximation suffisante.

» 2° *Action des produits de la réaction sur la vitesse de saponification.* — Toutes choses égales d'ailleurs, la glycérine et les acides gras exercent une action retardatrice.

» 3° *Influence de la quantité de cytoplasma sur la vitesse de saponification.* — Pour de petites quantités de cytoplasma agissant en un temps très court, la quantité d'huile saponifiée en un temps donné est proportionnelle à la quantité de cytoplasma.

» 4° *Loi exprimant la vitesse de saponification.* — D'après Victor Henri, si a représente la quantité de substance à transformer au début de l'expérience, x la quantité transformée au temps t, m et n deux constantes caractéristiques de la substance diastasique, la valeur de la constante de vitesse K est donnée par l'équation

$$K = \frac{a}{t}\left[(m-n)\frac{x}{a} + n\,\mathrm{L}\frac{a}{a-x}\right] + \frac{1}{t}\,\mathrm{L}\frac{a}{a-x};$$

dans le cas où $m = n$, on a

$$K = \frac{1}{t}(1 + ma)\,\mathrm{L}\frac{a}{a-x}$$

et, toutes conditions expérimentales restant les mêmes,

$$K_1 = \frac{1}{t} \log \frac{a}{a-x},$$

formule qui correspond, comme on le sait, à l'action hydrolysante des acides, à condition de laisser constantes, au cours d'une expérience, les proportions relatives d'huile et d'eau.

» Voici les résultats d'une expérience faite à la température de 18° :

Durée.	Proportion d'huile saponifiée (x) pour 100 (a).	Valeur de $K_1 \times 10^2$.
30 minutes	23,6	0,388
45 »	33,1	0,387
60 »	40,4	0,375
90 »	54,8	0,382
127 »	67,0	0,392
150 »	73,2	0,381
210 »	85,5	0,399
450 »	94,4	0,278

» La valeur de K_1 est donc remarquablement constante dans le cas d'une saponification rapide atteignant 95 pour 100 environ en 7 heures 30 minutes.

» Pour des saponifications durant 24 heures, la valeur de K_1 baisse sensiblement en fonction du temps.

» *Conclusions.* — Ainsi donc, l'action de la température, la constance d'action du cytoplasma, l'action des produits de la réaction, la proportionnalité entre la quantité de cytoplasma et la quantité d'huile saponifiée, la loi qui exprime la vitesse de saponification (¹) montrent qu'il y a parallélisme complet entre le cytoplasma et les diastases (invertine, émulsine, amylase, trypsine, maltase) (²).

» Nous montrerons prochainement qu'une propriété inattendue (action de l'eau) distingue le cytoplasma de *toutes les diastases connues.* »

(¹) On pourrait ajouter à ces cinq caractères déjà si nets un sixième, à savoir : le chloroforme, l'arsénite de soude sont sans action ou à peu près sur le pouvoir saponifiant du cytoplasma.

(²) On trouvera la bibliographie dans les *Comptes rendus de la Société de Biologie*, t. LVI, mai 1904.

CHIMIE BIOLOGIQUE. — *Sur les propriétés hydrolysantes de la graine de ricin.* Note de MM. **Ed. Urbain** et **L. Saugon**, présentée par M. A. Haller.

« En répétant, pour les confirmer, les expériences de MM. W. Connstein, E. Hoyer et H. Wartenberg d'une part, et de M. Nicloux [1] d'autre part, nous avons été amenés à rechercher si la graine de ricin n'avait pas une action hydrolysante plus générale, et nos essais nous ont conduits aux résultats suivants : 1° la graine de ricin, à l'état de repos, saccharifie l'amidon; 2° elle intervertit le saccharose; 3° les deux propriétés appartiennent au cytoplasma.

» A. *Saccharification de l'amidon.* — On a fait les expériences suivantes :

» *a.* 10^g de graines de ricin sont broyés avec 100^g d'eau acidulée par $0^{cm^3},3$ d'acide acétique cristallisable; après 24 heures, le liquide ne réduit pas la liqueur de Fehling.

» *b.* 100^g d'empois d'amidon avec $0^{cm^3},3$ d'acide acétique ne donnent, après 24 heures, aucune réduction de la liqueur de Fehling.

» *c.* 10^g de graines de ricin sont broyés avec 100^g d'empois et $0^{cm^3},3$ d'acide acétique cristallisable. On a constaté, avec la liqueur de Fehling, après 24 heures, la formation de $0^g,60$ de sucre. Or, par un dosage préliminaire, on savait que 100^{cm^3} d'empois, saccharifiés avec de l'acide sulfurique dilué, donnaient $5^g,50$ de sucre. Il en résulte que la graine de ricin a saccharifié 10,9 pour 100 de l'empois; les expériences *a* et *b* excluent une action de l'acide acétique.

» Ces expériences, répétées avec une quantité de cytoplasma égale à celle contenue dans la graine employée, ont donné des résultats identiques.

» B. *Interversion du saccharose.* — Les expériences *a* et *b* ont été répétées comme pour l'amidon, en substituant à l'empois $4^g,75$ de saccharose. Dans une troisième expérience, on a dissous $4^g,75$ de saccharose dans 150^g d'eau, on y a ajouté 10^g de graines de ricin et $0^{cm^3},3$ d'acide acétique. Après 24 heures de contact, on a constaté la formation de $1^g,58$ de sucre réducteur : 33 pour 100 du saccharose ont donc été intervertis par la graine de ricin, les expériences *a* et *b* excluant l'action de l'acide acétique.

» Ces expériences, répétées avec le cytoplasma, ont fourni des résultats identiques.

» Dans les dernières expériences que nous relatons, nous allons montrer que l'action de la graine ou du cytoplasma est capable de s'exercer simultanément sur les différentes matières hydrolysables étudiées : huile, amidon, sucre.

---

[1] Voir, pour la bibliographie de la question, la Communication de M. Nicloux, dans les *Comptes rendus*, t. CXXXVIII, p. 1175.

» *a.* 10^g de graines sont broyés avec 100^g d'huile, 50^g d'eau et $0^{cm^3},3$ d'acide acétique. Après 24 heures de contact, il y a formation de 90,8 pour 100 d'acides gras.

» *b.* 10^g de graines sont broyés avec 150^g d'eau contenant $4^g,75$ de sucre et $0^{cm^3},3$ d'acide acétique. Après 24 heures de contact, on a interverti $1^g,58$ de saccharose, c'est-à-dire 33 pour 100.

» *c.* 10^g de graines sont broyés avec 100^g d'huile et 50^g d'eau contenant $4^g,75$ de sucre et $0^{cm^3},3$ d'acide acétique. Après 24 heures, le mélange contient 81,50 pour 100 d'acides gras et $0^g,38$ de sucre réducteur.

» Des expériences identiques, faites avec l'huile et l'empois, donnent des résultats comparables. Le cytoplasma de la graine de ricin donne également les mêmes résultats. »

PHYSIOLOGIE EXPÉRIMENTALE. — *Sur les modifications des constantes ergographiques dans diverses conditions expérimentales (alcool, sucre, anémie du bras, caféine, main droite et main gauche)*. Note de Mlle **I. Ioteyko.**

« Il a été montré dans une Note précédente (¹) que l'équation générale des ergogrammes de Mosso est une relation du troisième degré

$$\eta = \mathrm{H} - at^3 + bt^2 - ct,$$

η étant la hauteur de la contraction prise à chaque instant, H la hauteur de la contraction maxima (en millimètres), t le temps (unité = 2 secondes, les contractions se faisant d'habitude à ce rythme).

» Cette loi mathématique s'exprime ainsi qu'il suit dans le langage physiologique : la courbe ergographique se trouve à chaque instant sous l'influence de trois paramètres (les constantes) agissant pour leur propre compte.

» Ces trois constantes ou paramètres correspondent à des processus physiologiques et chimiques. La courbe de fatigue de Kronecker, qui est une droite, ne possède qu'une seule constante, et cette dernière mesure la fatigabilité prise dans un sens très général.

» La courbe ergographique, qui est parabolique, possède trois constantes, et elles correspondent à trois processus différents s'accomplissant pendant la fatigue.

(¹) Ch. Henry et I. Ioteyko, *Sur l'équation générale des courbes de fatigue* (*Comptes rendus*, 24 août 1903).

» Déjà un premier examen avait permis de rattacher la constante positive b à l'action des centres nerveux, qui luttent contre la paralysie envahissant le muscle, et les deux constantes négatives a et c aux pertes de puissance musculaire; la constante c correspondrait à la consommation des hydrates de carbone, et la constante a à l'intoxication par les poisons musculaires issus des matières albuminoïdes.

» Il y avait donc lieu d'instituer toute une série d'expériences ergographiques, afin que l'expérience vînt confirmer ou contredire l'interprétation physiologique donnée aux paramètres. Si elle se vérifie, la méthode acquiert une haute importance comme méthode de recherche. Les expériences ont été faites sur mes élèves, étudiants à l'Université de Bruxelles, bien entraînés au préalable à l'ergographe.

» L'*alcool* à petite dose, dans la période d'excitation initiale, augmente le paramètre b et diminue le paramètre a. L'augmentation de b vient confirmer la supposition que ce paramètre correspond à l'excitation des centres nerveux. Quant à la diminution de a, elle serait la preuve d'une intoxication moins forte qu'à l'état normal. Cette constatation (vérifiée par les expériences suivantes) montre que l'alcool se comporte dans l'organisme comme un aliment, qui épargne les albuminoïdes et permet de fournir un supplément de travail, grâce au matériel de combustion qu'il représente. Les albuminoïdes étant décomposés en quantité moindre, les toxines diminuent.

» Le *sucre* est un aliment par excellence, et il n'est pas un excitant. Il doit donc diminuer a (toxines) sans augmenter b (action des centres). En donnant du sucre à une personne à jeun on constate un résultat presque schématique. Le paramètre b diminue par rapport à l'état d'inanition (laquelle s'accompagne d'habitude d'excitation cérébrale), le paramètre a (toxines) diminue aussi considérablement après l'ingestion de sucre, et le paramètre c (consommation des hydrates) diminue aussi. Pour interpréter c il faut mentionner que dans l'ergogramme-sucre le paramètre H (hauteur maxima) augmente; la diminution de c montre donc que la perte de puissance due à la consommation des hydrates de carbone diminue, c'est-à-dire qu'à chaque instant le glucose disponible augmente : ce qui devait être.

» Dans l'*anémie du bras* nous produisons des effets physiologiques inverses de ceux que l'on obtient dans l'expérience précédente : la circulation étant arrêtée, il n'y a plus d'apport de nouvelles quantités de glucose par le sang, et les substances toxiques produites par le travail musculaire restent sur place. Elles gardent tout leur pouvoir toxique, la réserve d'oxygène s'épuisant rapidement. Les ergogrammes-anémie très réduits comme grandeur, et présentant une modification accentuée dans la forme de la courbe, possèdent des paramètres changés dans le sens prévu par le raisonnement. Dans l'anémie locale, le paramètre a (toxines) est considérablement augmenté par rapport à l'état normal; b est augmenté (les centres envoient des excitations plus fortes pour vaincre la résistance opposée par les muscles); et c aussi est considérablement augmenté. H diminue, ce qui veut dire que la quantité disponible d'hydrates est diminuée et que leur consommation augmente.

» Après ces expériences, dont le résultat confirme pleinement la signification donnée au paramètre, j'ai entrepris des expériences de recherches. Je n'envisagerai ici que l'action de la caféine et les caractéristiques ergographiques de la main droite et de la main gauche.

» La *caféine* à petite dose ($0^{cg}, 20$) augmente tous les paramètres. La consommation d'hydrates de carbone augmente, mais aussi leur quantité disponible était plus grande. La caféine produit une décomposition plus grande de matières hydrocarbonées. Or, cette décomposition plus grande est due à une action excitante de la caféine sur les centres nerveux, et c'est par l'intermédiaire des centres nerveux qu'elle agit sur le muscle. Elle n'est donc pas un aliment, mais elle est un excitant (confirmation de l'opinion de Parisot). La caféine à plus haute dose (0,40 pris en 1 heure) paralyse les centres nerveux.

» *L'ergographie de la main droite et de la main gauche* a été l'objet d'un travail fait sur mes conseils par M. Schouteden (1) sur 25 personnes. L'examen mathématique de deux courbes les plus caractéristiques montre que la prédominance de force du côté droit est essentiellement musculaire et tient à une disponibilité plus grande d'hydrates de carbone. »

La séance est levée à 4 heures.

M. B.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

OUVRAGES REÇUS DANS LA SÉANCE DU 9 MAI 1904.

Institut de France. Académie des Sciences. Rapport présenté au nom de la Commission chargée du contrôle scientifique des opérations géodésiques de l'Équateur, dans la séance du 25 avril 1904, par M. H. POINCARÉ. Paris, Gauthier-Villars; 1 fasc. in-4°.

British Academy. Notice of motion to be laid before the International Association of Academies at its meeting in London in may 1904. (Propositions relatives à la publication d'un nouveau Thesaurus grec et d'un nouveau Dictionnaire pâli.) s. l. n. d.; 2 fasc. in-8°.

Notice sur les travaux scientifiques de M. Émile Haug. Lille, Le Bigot frères, 1903; 1 fasc. in-4°.

---

(1) H. SCHOUTEDEN, *Annales de la Société royale des Sciences médicales et naturelles de Bruxelles*, t. XIII, 1904.

Bains de mer d'Angleterre, par le Dr A. LABAT. Paris, J.-B. Baillière et fils, 1904; 1 fasc. in-8°.

Obras sobre mathematica do Dr F. GOMES TEIXEIRA, pub. por ordem de Governo portuguès; vol. I. Coïmbre, 1904; 1 vol. in-4°. (Hommage de l'auteur.)

The Alaska boundary, by GEORGE DAVIDSON. San-Francisco, 1903; 1 vol. in-4°. (Hommage de l'auteur.)

Avis sismiques de Romania, par St.-C. HEPITES, n° 1 (séismes 1-24), Bukarest, autographie de l'Institut météorologique, 1904; 1 fasc. in-4°.

M. le Ministre de Suisse en France transmet les cinq Opuscules suivants du Dr E. FISCHER :

Experimentelle kritische Untersuchungen über das prozentuale Auftreten der durch tiefe Kälte erzeugten Vanessen-Aberationen, von E. FISCHER. Zurich, Jacques Bollman, 1899; 1 fasc. in-4°.

Experimentelle Untersuchungen über die Vererbung erworbener Eigenschaften, von E. FISCHER, mit 1 Tafel u. 2 Figuren. Zurich, J. Neumann, 1901; 1 fasc. in-8°.

Lepidopterologische Experimental-Forschungen, von E. FISCHER, mit 1 Fig. u. 55 Abbildungen, I-III. Zurich, J. Neumann, 1901; 1 fasc. in-8°.

Natürliche und künstliche Umformung der Lebewesen, von E. FISCHER. Zurich, 1902; 1 fasc. in-12.

Weitere Untersuchungen über die Vererbung erworbener Eigenschaften, von E. FISCHER, mit 19 Abbildungen u. 2 Fig. Zurich, 1902; 1 fasc. in-8°.

Ipotesi dell'etere nella vita del Universo, per dott. OLINTO DE PRETTO, con prefazione del senatore GIOVANNI SCHIAPARELLI. Venise, 1904; 1 fasc. in-8°.

Zur Frage der Einführung einer internationalen Verkehrssprache, zusammengestellt im Auftrage des Weltsprachen-Zentralvereines für Steiermark, für den internationalen Kongress der Akademien der Wissenschaften in London 1904, vom 1 Schriftführer Ludwig Zamponi. Gratz, 1904; 1 fasc. in-8°.

Year-Book of the Royal Society of London, 1904. Londres, Harrison et fils, 1904; 1 vol. in-8°.

The John Crerar library ninth annual Report for the year 1903. Chicago, 1904; 1 fasc. in-8°.

Mémoires couronnés et autres Mémoires publiés par l'Académie royale de Médecine de Belgique, t. XVII. Bruxelles, 1904; 1 vol. in-8°.

United States geological Survey : Water-supply and Irrigation paper, nos 80-87; *Professional paper*, nos 9, 10, 13, 15. Washington, 1903; 7 fasc. in-8° et 5 fasc. in-4°.

OUVRAGES REÇUS DANS LA SÉANCE DU 16 MAI 1904.

Instruction sur les paratonnerres, adoptée par l'Académie des Sciences : Instructions ou Rapports de 1784, 1823, 1854, 1867 *et* 1903. Paris, Gauthier-Villars, 1904; 1 vol. in-12. (100 exemplaires offerts par l'Éditeur.)

Institut de France. Académie des Inscriptions et Belles-Lettres. *Note de la Commission chargée d'examiner le projet tendant à la publication d'une édition critique du Mahabharata.* Paris, Firmin-Didot et Cie, 1904; 1 fasc. in-4°. (10 exemplaires.)

Institut Marey. *Hommage à M. Marey :* Discours de MM. Henri de Parville, d'Arsonval, Charles Richet, Marey, Gaston Paris, François-Franck, Leygues, Chauveau, Marey. Paris, Masson et Cie, 1902; 1 fasc. in-8°.

Rayons N, recueil des Communications faites à l'Académie des Sciences, par R. Blondlot, Correspondant de l'Institut; *avec des Notes complémentaires et une Instruction pour la confection des écrans phosphorescents.* Paris, Gauthier-Villars, 1904; 1 fasc. in-12.

Annales de l'Institut agronomique (École supérieure d'Agriculture); 2e série, t. III, fasc. 1. Paris, J.-B. Baillière et fils, 1904; 1 fasc. in-8°.

Actes de la Société linnéenne de Bordeaux ; 6e série, t. VIII. Bordeaux, J. Durand, 1903; 1 vol. in-8°.

Bulletin de la Société industrielle de Rouen; 32e année, n° 1, janvier-février 1904. Rouen, au siège de la Société; 1 fasc. in-4°.

La Revue électrique, publiée sous la direction de J. Blondin; 1re année, t. I, nos 1-8, 15 janvier-30 avril 1904. Paris, Gauthier-Villars; 8 fasc. in-4°.

La Terre tourne-t-elle ? Réponse à M. Anspach, par Ern. Pasquier. Bruxelles, A. Lefèvre, 1904; 1 fasc. in-8°.

Les visées de la Sismologie moderne, par de Montessus de Ballore. Louvain, Polleunis et Ceuterick, 1904; 1 fasc. in-8°.

The wherewithal, or new discoveries in cause and effect, by G.-W. Townsend. Philadelphie; 1 fasc. in-8°.

The American Law, a national journal of American legal lore, vol. IV, n° 4. Washington, 1904; 1 fasc. in-8°.

On souscrit à Paris, chez GAUTHIER-VILLARS,
Quai des Grands-Augustins, n° 55.

Depuis 1835 les **COMPTES RENDUS** hebdomadaires paraissent régulièrement le *Dimanche*. Ils forment, à la fin de l'année, deux volumes in-4°. Deux Tables, l'une par ordre alphabétique de matières, l'autre par ordre alphabétique de noms d'Auteurs, terminent chaque volume. L'abonnement est annuel et part du 1er Janvier.

Le prix de l'abonnement est fixé ainsi qu'il suit :

Paris : 30 fr. — Départements : 40 fr. — Union postale : 44 fr.

On souscrit, dans les Départements,

chez Messieurs :

- *Agen* — Ferran frères.
- *Alger* — Chaix. Jourdan. Ruff.
- *Amiens* — Courtin-Hecquet.
- *Angers* — Germain et Grassin. Gastineau.
- *Bayonne* — Jérôme.
- *Besançon* — Régnier.
- *Bordeaux* — Feret. Laurens. Muller (G.).
- *Bourges* — Renaud.
- *Brest* — Derrien. F. Robert. Oblin. Uzel frères.
- *Caen* — Jouan.
- *Chambery* — Perrin.
- *Cherbourg* — Henry. Marguerie.
- *Clermont-Ferr.* — Juliot. Bouy.
- *Dijon* — Nourry. Ratel. Rey.
- *Douai* — Lauverjat. Degez.
- *Grenoble* — Drevet. Gratier et Cie.
- *La Rochelle* — Foucher.
- *Le Havre* — Bourdignon. Dombre.
- *Lille* — Thorez. Quarré.
- *Lorient* — Baumal. Mme Texier.
- *Lyon* — Bernoux et Cumin. Georg. Effantin. Savy. Vitte.
- *Marseille* — Ruat.
- *Montpellier* — Valat. Coulet et fils.
- *Moulins* — Martial Place.
- *Nancy* — Jacques. Grosjean-Maupin. Sidot frères.
- *Nantes* — Guist'hau. Veloppé.
- *Nice* — Barma. Appy.
- *Nîmes* — Thibaud.
- *Orléans* — Loddé.
- *Poitiers* — Blanchier. Lévrier.
- *Rennes* — Plihon et Hervé.
- *Rochefort* — Girard (Mlles).
- *Rouen* — Langlois. Lestringant.
- *St-Étienne* — Chevalier.
- *Toulon* — Ponteil-Burles. Rumèbe.
- *Toulouse* — Gimet. Privat.
- *Tours* — Boisselier. Péricat. Suppligeon.
- *Valenciennes* — Giard. Lemaître.

On souscrit, à l'Étranger,

chez Messieurs :

- *Amsterdam* — Feikema Caarelsen et Cie.
- *Athènes* — Beck.
- *Barcelone* — Verdaguer.
- *Berlin* — Asher et Cie. Dames. Friedlander et fils. Mayer et Müller.
- *Berne* — Schmid Francke.
- *Bologne* — Zanichelli.
- *Bruxelles* — Lamertin. Mayolez et Audiarte. Lebègue et Cie.
- *Bucharest* — Sotchek et Co. Alcalay.
- *Budapest* — Kilian.
- *Cambridge* — Deighton, Bell et Co.
- *Christiania* — Cammermeyer.
- *Constantinople* — Otto Keil.
- *Copenhague* — Höst et fils.
- *Florence* — Seeber.
- *Gand* — Hoste.
- *Gênes* — Beuf.
- *Genève* — Cherbuliez. Georg. Stapelmohr.
- *La Haye* — Belinfante frères.
- *Lausanne* — Benda. Payot et Cie.
- *Leipzig* — Barth. Brockhaus. Kœhler. Lorentz. Twietmeyer.
- *Liége* — Desoer. Gnusé.
- *Londres* — Dulau. Hachette et Cie. Nutt.
- *Luxembourg* — V. Bück.
- *Madrid* — Ruiz et Cie. Romo y Fussel. Capdeville. F. Fé.
- *Milan* — Bocca frères. Hœpli.
- *Moscou* — Tastevin.
- *Naples* — Marghieri di Gius. Pellerano.
- *New-York* — Dyrsen et Pfeiffer. Stechert. Lemcke et Buechner.
- *Odessa* — Rousseau.
- *Oxford* — Parker et Cie.
- *Palerme* — Reber.
- *Porto* — Magalhaès et Moniz.
- *Prague* — Rivnac.
- *Rio-Janeiro* — Garnier.
- *Rome* — Bocca frères. Loescher et Cie.
- *Rotterdam* — Kramers et fils.
- *Stockholm* — Nordiska Boghandel.
- *St-Pétersbourg* — Zinserling. Wolff.
- *Turin* — Bocca frères. Brero. Clausen. Rosenberg et Sellier.
- *Varsovie* — Gebethner et Wolff.
- *Vérone* — Drucker.
- *Vienne* — Frick. Gerold et Cie.
- *Zürich* — Meyer et Zeller.

TABLES GÉNÉRALES DES COMPTES RENDUS DES SÉANCES DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

Tomes 1er à 31. — (3 Août 1835 à 31 Décembre 1850.) Volume in-4°; 1853. Prix .... 25 fr.
Tomes 32 à 61. — (1er Janvier 1851 à 31 Décembre 1865.) Volume in-4°; 1870. Prix .... 25 fr.
Tomes 62 à 91. — (1er Janvier 1866 à 31 Décembre 1880.) Volume in-4°; 1889. Prix .... 25 fr.
Tomes 92 à 121. — (1er Janvier 1881 à 31 Décembre 1895.) Volume in-4°; 1900. Prix .... 25 fr.

SUPPLÉMENT AUX COMPTES RENDUS DES SÉANCES DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES :

Tome I. — Mémoire sur quelques points de la Physiologie des Algues, par MM. A. Derbès et A.-J.-J. Solier. — Mémoire sur le Calcul des Perturbations qu'éprouvent les Comètes, par M. Hansen. — Mémoire sur le Pancréas et sur le rôle du suc pancréatique dans les phénomènes digestifs, particulièrement dans la digestion des matières grasses, par M. Claude Bernard. Volume in-4°, avec 32 planches; 1856 .... 25 fr.

Tome II. — Mémoire sur les vers intestinaux, par M. P.-J. Van Beneden. — Essai d'une réponse à la question de Prix proposée en 1850 par l'Académie des Sciences pour le concours de 1853, et puis remise pour celui de 1856, savoir : « Étudier les lois de la distribution des corps organisés fossiles dans les différents terrains sédimentaires, suivant l'ordre de leur superposition. — Discuter la question de leur apparition ou de leur disparition successive ou simultanée. — Rechercher la nature des rapports qui existent entre l'état actuel du règne organique et ses états antérieurs », par M. le Professeur Bronn. In-4°, avec 7 planches; 1861 .... 25 fr.

A la même Librairie les Mémoires de l'Académie des Sciences, et les Mémoires présentés par divers Savants à l'Académie des Sciences.

N° 21.

TABLE DES ARTICLES. (Séance du 24 mai 1904.)

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

MÉMOIRES PRÉSENTÉS.

CORRESPONDANCE.

PARIS. — IMPRIMERIE GAUTHIER-VILLARS.
Quai des Grands-Augustins, 55.

Le Gérant : GAUTHIER-VILLARS.

1904

PREMIER SEMESTRE.

COMPTES RENDUS

HEBDOMADAIRES

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES

PAR MM. LES SECRÉTAIRES PERPÉTUELS.

TOME CXXXVIII.

N° 22 (30 Mai 1904).

PARIS,

GAUTHIER-VILLARS, IMPRIMEUR-LIBRAIRE

DES COMPTES RENDUS DES SÉANCES DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES,

Quai des Grands-Augustins, 55.

1904

RÈGLEMENT RELATIF AUX COMPTES RENDUS,

ADOPTÉ DANS LES SÉANCES DES 23 JUIN 1862 ET 24 MAI 1875.

Les *Comptes rendus hebdomadaires des séances de l'Académie* se composent des extraits des travaux de ses Membres et de l'analyse des Mémoires ou Notes présentés par des savants étrangers à l'Académie.

Chaque cahier ou numéro des *Comptes rendus* a 48 pages ou 6 feuilles en moyenne.

26 numéros composent un volume.

Il y a deux volumes par année.

ARTICLE 1er. — *Impression des travaux de l'Académie.*

Les extraits des Mémoires présentés par un Membre ou par un Associé étranger de l'Académie comprennent au plus 6 pages par numéro.

Un Membre de l'Académie ne peut donner aux *Comptes rendus* plus de 50 pages par année.

Les communications verbales ne sont mentionnées dans les *Comptes rendus*, qu'autant qu'une rédaction écrite par leur auteur a été remise, séance tenante, aux Secrétaires.

Les Rapports ordinaires sont soumis à la même limite que les Mémoires; mais ils ne sont pas compris dans les 50 pages accordées à chaque Membre.

Les Rapports et Instructions demandés par le Gouvernement sont imprimés en entier.

Les extraits des Mémoires lus ou communiqués par les correspondants de l'Académie comprennent au plus 4 pages par numéro.

Un Correspondant de l'Académie ne peut donner plus de 32 pages par année.

Dans les *Comptes rendus*, on ne reproduit pas les discussions verbales qui s'élèvent dans le sein de l'Académie; cependant, si les Membres qui y ont pris part désirent qu'il en soit fait mention, ils doivent rédiger, séance tenante, des Notes sommaires, dont ils donnent lecture à l'Académie avant de les remettre au Bureau. L'impression de ces Notes ne préjudicie en rien aux droits qu'ont ces Membres de lire, dans les séances suivantes, des Notes ou Mémoires sur l'objet de leur discussion.

Les Programmes des prix proposés par l'Académie sont imprimés dans les *Comptes rendus*, mais les Rapports relatifs aux prix décernés ne le sont qu'autant que l'Académie l'aura décidé.

Les Notices ou Discours prononcés en séance publique ne font pas partie des *Comptes rendus*.

ARTICLE 2. — *Impression des travaux des Savants étrangers à l'Académie.*

Les Mémoires lus ou présentés par des personnes qui ne sont pas Membres ou Correspondants de l'Académie peuvent être l'objet d'une analyse ou d'un résumé qui ne dépasse pas 3 pages.

Les Membres qui présentent ces Mémoires sont tenus de les réduire au nombre de pages requis. Le Membre qui fait la présentation est toujours nommé; mais les Secrétaires ont le droit de réduire cet Extrait autant qu'ils le jugent convenable, comme ils le font pour les articles ordinaires de la correspondance officielle de l'Académie.

ARTICLE 3.

Le *bon à tirer* de chaque Membre doit être remis à l'imprimerie le mercredi au soir, ou, au plus tard, le jeudi à 10 heures du matin; faute d'être remis à temps, le titre seul du Mémoire est inséré dans le *Compte rendu* actuel, et l'extrait est renvoyé au *Compte rendu* suivant, et mis à la fin du cahier.

ARTICLE 4. — *Planches et tirage à part.*

Les *Comptes rendus* n'ont pas de planches.

Le tirage à part des articles est aux frais des auteurs; il n'y a d'exception que pour les Rapports et les Instructions demandés par le Gouvernement.

ARTICLE 5.

Tous les six mois, la Commission administrative fait un Rapport sur la situation des *Comptes rendus* après l'impression de chaque volume.

Les Secrétaires sont chargés de l'exécution du présent Règlement.

Les Savants étrangers à l'Académie qui désirent faire présenter leurs Mémoires par MM. les Secrétaires perpétuels sont priés de les déposer au Secrétariat au plus tard le Samedi qui précède la séance, avant 5h. Autrement la présentation sera remise à la séance suivante

ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 30 MAI 1904,

PRÉSIDENCE DE M. MASCART.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

CHIMIE. — *Effets chimiques de la lumière : Action de l'acide chlorhydrique sur le platine et sur l'or;* par M. **Berthelot.**

« Les métaux se partagent en deux classes fondamentales suivant qu'ils sont attaqués par les acides dénués de propriétés oxydantes, tels que l'acide chlorhydrique, avec dégagement d'hydrogène (métaux alcalins ou alcalino-terreux, fer, zinc, etc.), ou bien qu'ils résistent à ces acides (argent, mercure, or, platine, etc.). Ces derniers métaux se distinguent à leur tour, lorsqu'on opère en présence de l'oxygène libre : les uns absorbent lentement ce gaz, avec formation de sels (chlorure de cuivre, d'argent, etc.); d'autres demeurent inaltérables dans ces conditions (or, platine, etc.).

» J'ai reconnu que l'inaltérabilité de l'or et du platine par l'acide chlorhydrique cesse lorsqu'on opère en présence de la lumière et à la température ordinaire, surtout en ajoutant dans les liqueurs une trace d'un sel peroxydable à l'air, tel que le chlorure manganeux. Il convient d'opérer avec l'acide fumant, c'est-à-dire renfermant une certaine dose d'hydracide libre, non combiné à l'eau, et possédant une tension de vapeur propre et notable.

» Ces réactions, d'ailleurs, n'ont pas lieu dans une obscurité complète.

» Voici les expériences, qui ont duré du 15 février 1904 au 26 mai 1904, c'est-à-dire 4 mois :

» 1. *Or pur,* en lame brillante : $2^g,6594$; 200^{cm^3} d'acide chlorhydrique fumant, d'une densité égale à 1,178 (36 pour 100). Le tout a été introduit dans un flacon de 2^l, rempli d'air, et le flacon a été conservé dans une obscurité complète. Au bout de ce temps, la lame d'or pesait $2^g,6597$; elle

était inaltérée. L'acide ne contenait aucune trace d'un métal précipitable par l'hydrogène sulfuré, dans une liqueur acide ou alcaline.

» 2. *Or pur*, 0g,7114. — Mêmes épreuves, en ajoutant à la liqueur 1g de chlorure manganeux pur. Obscurité complète. Poids final : 0g,7103.

» Ces expériences confirment l'inaltérabilité de l'or pur, par l'hydracide concentré, dans l'obscurité; même en présence de l'air et d'un chlorure peroxydable par l'oxygène libre, tel que le chlorure manganeux.

» 3. *Or pur* : 0g,1233. Mêmes épreuves avec l'hydracide pur. Le flacon était placé à l'air libre, sur une terrasse exposée à la lumière de tous côtés, pendant quatre mois.

» Poids final : 0,1103. Perte : 0,013.

» La liqueur renferme du chlorure d'or, manifesté par l'hydrogène sulfuré en liqueur acide, fournissant du pourpre de Cassius, etc.

» 4. *Or pur* : 0g,7292. Mêmes épreuves, avec addition d'un gramme de chlorure manganeux. Le flacon exposé à la lumière pendant quatre mois, à côté du précédent.

» Poids final : 0,7132. Perte : 0,026.

» La lame d'or est dépolie à sa face supérieure. Sa face inférieure déposée à plat sur le fond du flacon est restée en grande partie brillante. Cette perte est plus forte que la précédente; mais le poids de l'or était plus considérable.

» Il résulte de ces expériences que, sous l'influence de la lumière et de l'oxygène, l'or est lentement attaqué par l'acide chlorhydrique fumant.

» Cette attaque a lieu aisément en présence du chlorure manganeux : ce qui s'explique, d'après les expériences par lesquelles j'ai montré que la présence d'une trace de chlorure manganeux, dans l'acide chlorhydrique fumant, détermine la formation d'une certaine dose de chlore libre, sous les influences combinées de l'air et de la lumière [1]; tandis que cet acide parfaitement pur demeure inattaqué, sans fournir de chlore, dans les mêmes conditions.

» Mais il n'en est pas de même en présence de l'or; ce métal donnant lieu à une certaine dose de chlorure d'or, même avec l'acide chlorhydrique pur et fumant, exempt de sel de manganèse ou de fer, sous l'influence prolongée de la lumière.

» 5. *Platine en lame* brillante : 0g,3621. 200cm³ acide fumant. Flacon de 2l rempli d'air.

---

[1] *Annales de Chimie et de Physique*, 6e série, t. XIX, p. 517.

» Mêmes conditions que plus haut, dans l'obscurité complète, 4 mois.

» Poids final : 0g,3613.

» Aucune trace de métal dissous.

» 6. *Platine en lame :* 0g,3044. Obscurité.

» Mêmes conditions, avec addition de 1g de chlorure manganeux.

» Poids final : 0g,3036.

» Il résulte de ces expériences que le platine en lames n'est pas attaqué par l'acide chlorhydrique fumant, dans l'obscurité, avec ou sans sel manganeux.

» 7. *Platine en lame :* 0g,4803. Lumière.

» Mêmes conditions que ci-dessus, avec l'hydracide seul.

» Au bout de 4 mois, poids final : 0g,4753. Perte : 0g,005.

» La liqueur renferme du chlorure platinique dissous.

» 8. *Platine en lame :* 0,4369. Lumière. Mêmes conditions, avec addition d'un gramme de chlorure manganeux. Flacon placé à côté des trois précédents. Après quatre mois, poids final : 0,4250. Perte : 0,0119.

» Il résulte de ces expériences que le platine pur a été lentement attaqué par l'acide chlorhydrique fumant sous l'influence de la lumière.

» L'attaque, en présence du chlorure manganeux, sur des poids comparables, a été à peu près double de l'attaque en l'absence de ce sel : ce qui en établit l'influence accélératrice. Mais sa présence n'est pas indispensable.

» La lumière agit, dans ces expériences, pour déterminer l'attaque des métaux, de même que dans les oxydations accomplies par l'air atmosphérique sur les composés organiques; elle provoque une fixation d'oxygène libre, qui déplace le chlore de l'acide chlorhydrique. Envisagée à ce point de vue, elle détermine des effets comparables à ceux de l'oxygène électrolytique [1]. »

CHIMIE MINÉRALE. — *Étude de la solubilité du silicium dans l'argent. Sur une variété de silicium cristallisé soluble dans l'acide fluorhydrique.* Note de MM. **H. Moissan** et **F. Siemens**.

« Nous avons utilisé, pour étudier la solubilité du silicium dans l'argent, le dispositif que nous avons décrit précédemment [2].

---

(1) *Annales de Chimie et de Physique*, 5e série, t. XVIII, p. 396.

(2) H. Moissan et F. Siemens, *Sur la solubilité du silicium dans le zinc et dans le plomb* (*Comptes rendus*, t. CXXXVIII, p. 658).

» L'argent employé avait été préparé par nous et était bien exempt d'autres métaux.

» Dès nos expériences préliminaires, nous avons reconnu que l'argent fondu dissolvait beaucoup plus de silicium que le plomb et le zinc; que, de plus, il dissolvait ce métalloïde dès son point de fusion fixé par M. D. Berthelot à 962° (1). Mais ce qui nous a semblé beaucoup plus curieux, c'est qu'une partie du silicium qui est entré ainsi en solution dans l'argent et qui s'est séparé à l'état cristallisé avant la solidification du métal, possède une propriété qui n'appartient pas au silicium amorphe ou cristallisé, préparé par les procédés de Devillle et Caron, de Wöhler et de Vigouroux. Une portion de ce silicium est, en effet, soluble dans l'acide fluorhydrique.

» On sait qu'autrefois Berzélius avait indiqué l'existence d'une variété allotropique amorphe de silicium soluble dans l'acide fluorhydrique (2). Mais on sait aussi que, au fur et à mesure des progrès de l'analyse, un certain nombre de ces variétés allotropiques des corps simples ont disparu, surtout lorsqu'elles étaient amorphes. Nous rappellerons que le silicium α de Berzélius renfermait de l'hydrogène et fournissait de l'eau par sa combustion dans le gaz oxygène (3).

» Nous indiquerons, tout d'abord, quelle est la solubilité du silicium dans l'argent fondu.

» En saturant l'argent de silicium à des températures différentes, nous avons obtenu une solubilité de ce corps simple qui a augmenté nettement avec la température. De plus le silicium cristallisé recueilli dans chacune de ces expériences a été soumis à l'action de l'acide fluorhydrique pur dans une capsule de platine, et nous avons reconnu bientôt qu'une certaine quantité de ce corps simple entrait rapidement en dissolution. Nous avons obtenu ainsi les résultats suivants :

	Pour 100 d'argent.	Soluble.	Insoluble.
à 970° Si total	9,22 dont......	5,35	3,87
à 1150 » »	14,89 »	4,02	10,87
à 1250 » »	19,26 »	3,66	15,60
à 1470 » »	41,46 »	6,63	34,83

» D'après ces expériences la quantité de silicium soluble dans l'acide

(1) D. Berthelot, *Sur les points de fusion de l'argent et de l'or* (*Comptes rendus*, t. CXXVI, 1898, p. 473).

(2) Berzélius, *Traité de Chimie*, 2e édition française, t. I, 1845, p. 308.

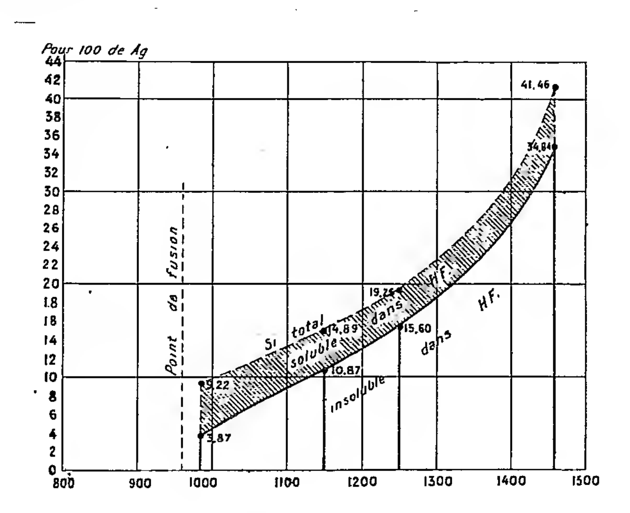
(3) Voir à ce sujet l'étude de M. Vigouroux sur la préparation du silicium amorphe (*Annales de Chim. et de Phys.*, 7e série, t. XII, 1897, p. 9).

fluorhydrique diminue donc au fur et à mesure que la teneur en silicium augmente.

» En effet, d'après nos expériences précédentes, lorsque l'argent dissout, pour 100 :

9,22 de Si.........	58,02 pour 100 sont solubles	
14,89 »	27,66 »	»
19,26 »	19,00 »	»
41,46 »	16,00 »	»

» Au moyen de ces chiffres nous avons pu établir les courbes que nous donnons ci-dessous :



» La courbe supérieure indique la solubilité totale du silicium dans l'argent; elle nous démontre que cette solubilité est beaucoup plus grande que dans le zinc, mais que la courbe s'élève très rapidement; ce qui indique qu'au point d'ébullition du métal la solubilité deviendra très notable.

» Nous voyons, par la forme de nos courbes, que la production du silicium soluble dans l'acide fluorhydrique va en diminuant avec l'élévation de température.

» Nous avons étudié ensuite les conditions de formation de cette nouvelle variété de silicium. La teneur en silicium soluble dans l'acide fluorhydrique augmente lorsque l'argent n'est pas saturé de silicium. Nous avons préparé un certain nombre de culots d'argent en ayant soin de ne maintenir en présence du métal fondu qu'une quantité insuffisante de silicium pour le saturer. En attaquant ensuite le métal par l'acide azotique,

nous avons reconnu que si l'argent ne renferme que 2 à 4 pour 100 de silicium on obtient un bon rendement.

» D'après nos expériences, il semble qu'il n'y ait pas une limite exacte pour la production de cette nouvelle variété; mais que cette limite se rencontre aux environs de 4 pour 100. Au-dessous de 2 pour 100, le silicium est à peu près entièrement soluble dans l'acide fluorhydrique.

» Toutes ces chauffes ont été faites, soit avec un four électrique à résistance, soit avec le four à arc décrit par l'un de nous.

» La variation de la température à laquelle est soumis l'argent ne paraît pas avoir d'influence sur le rendement. Il en est de même pour la vitesse de refroidissement.

» *Propriétés du silicium soluble dans l'acide fluorhydrique.* — Les cristaux de cette nouvelle variété de silicium se présentent en lamelles minces, jaunes et transparentes, de même couleur que le silicium préparé dans l'aluminium. La grandeur des cristaux dépend de la vitesse de refroidissement. Suivant leur épaisseur, ils sont opaques ou transparents. La couleur de ce silicium est un peu plus foncée, lorsque les cristaux sont minces, que celle du silicium ordinaire.

» La densité a été déterminée dans l'eau et dans la benzine à $+20°$; mais les chiffres sont voisins de ceux indiqués pour le silicium amorphe ou cristallisé :

Si soluble à 93 pour 100...............	D : 2,42
Si » à 99 »	2,38
Si » à 99 »	2,3

» Dans la benzine :

Si soluble à 99 pour 100...............	D : 2,42
Si » à 99 »	2,42

» La différence de densité n'est donc pas bien accusée : le silicium cristallisé de Deville ayant une densité de 2,49 et le silicium amorphe de Vigouroux de 2,35.

» Si l'on chauffe ce silicium à 1200°, dans l'hydrogène ou dans l'azote, sa solubilité, dans l'acide fluorhydrique, n'est en rien changée.

» *Analyse du silicium soluble dans l'acide fluorhydrique.* — Cette variété, chauffée dans le vide à la température de 1200°, a conservé toutes ses propriétés et n'a fourni aucun dégagement de gaz. Il ne contient donc pas d'hydrure. Ces cristaux, traités par l'acide sulfurique, n'ont pas donné traces de vapeurs nitriques reconnaissables par la brucine; ils ne ren-

ferment donc pas d'acide azotique ou d'azotate basique. Nous nous sommes assuré aussi, par des réactions microchimiques, qu'ils ne renfermaient ni potasse, ni soude, ni argent. La seule impureté que nous ayons pu caractériser est une petite quantité de fer et quelques fragments microscopiques de siliciure de carbone.

» Un poids déterminé de ce silicium a été attaqué par une solution de potasse à 10 pour 100, puis pesé à l'état de silice. Nous avons obtenu ainsi les chiffres suivants :

				Si pour 100.
Si dont 53 pour 100 étaient solubles			....	99,67
»	» 99	»	....	98,97
»	» 92	»	....	100,12
»	» 98	»	....	100,23

» Nous avons pris comme poids atomique du silicium le chiffre 28,4 pour $O = 16$. De plus nous devons faire remarquer que, dans la préparation, l'argent en fusion doit être saturé de silicium dans une atmosphère d'oxyde de carbone bien exempte d'oxygène, sans quoi l'argent dissout ce dernier gaz et donne de la silice qui reste mélangée au silicium après traitement par l'acide azotique.

» *Conclusions.* — En résumé, le silicium est beaucoup plus soluble dans l'argent que dans le plomb et dans le zinc. Mais le silicium cristallisé, qui se rencontre dans le métal solidifié, renferme une certaine quantité d'une variété allotropique de silicium soluble dans l'acide fluorhydrique. »

CHIMIE GÉNÉRALE. — *Sur la formation dans la nature des minerais de vanadium.* Note de M. **A. Ditte**.

« Le vanadate de plomb est à peu près le seul minerai de vanadium que la nature offre avec quelque abondance, tantôt simple, tantôt combiné et constituant le chlorovanadate de plomb. On trouve, il est vrai, d'autres matières vanadifères, quelques vanadates assez rares de chaux, de cuivre, de bismuth, d'urane, mais ce sont là des minéraux plutôt que des minerais et on ne les rencontre qu'en faible quantité, insuffisante pour les utiliser à l'extraction de l'acide vanadique; c'est surtout sous la forme de vanadate ou de chlorovanadate de plomb, plus ou moins impurs ou mélangés, comme les minerais de Zimapan, de Wanlockhead (Écosse), de San Luis de Potosi (Mexique), de Santa Martha (Espagne), que le vanadium se

rencontre dans ces minerais et il est intéressant de savoir comment le vanadate de plomb a pu prendre naissance.

» Or, la diffusion du vanadium est très grande dans l'écorce terrestre; ce métal existe, mais en proportion infime, dans une foule de minerais; la plupart des mines de fer, argileuses, pisolithiques, oolithiques, l'hématite en renferment, ce qui explique sa présence dans les fontes, les scories d'affinage et les laitiers des hauts-fourneaux. Des substances autres que la mine de fer, telles que les grès schisteux triasiques du Cheshire, les minerais uranifères de Joachimsthal en contiennent; H. Sainte-Claire Deville a reconnu sa présence dans la cérite de Bastnass, le rutile, la bauxite; les argiles de Gentilly, de Forges-les-Eaux, de Dreux contiennent de 0,02 à 0,07 pour 100 d'acide vanadique, qui existe également dans les basaltes, dans les Trapps, dans certaines houilles, etc. Bref, quantité des minéraux, des minerais et des roches qui constituent la croûte terrestre renferment du vanadium à l'état de dissémination et les résidus des traitements industriels de ces substances permettent d'y retrouver des quantités appréciables de ce métal. Il est difficile de savoir sous quelle forme le vanadium est ainsi disséminé dans les masses rocheuses du globe; mais, sous quelque état qu'il s'y trouve, il est accessible à l'eau. Les eaux météoriques en traversant l'atmosphère lui empruntent ses éléments, elles pénètrent plus ou moins profondément dans le sol, s'infiltrent rapidement dans les terrains perméables ou fissurés, plus difficilement dans les autres, en exerçant dans leur parcours des actions dissolvantes d'intensité variable. Si, dans les roches au contact desquelles arrive de l'eau aérée, le vanadium se trouve à l'un quelconque de ses degrés inférieurs d'oxydation, celui-ci se transforme graduellement en acide vanadique et c'est peut-être ainsi que s'est formée la *vanadine*, minéral d'ailleurs fort rare, qu'on trouve en enduit terreux, jaune sur certains cuivres natifs du Lac Supérieur. Sans se déposer en enduits de cette espèce, l'acide vanadique peut être entraîné par l'eau qui le dissout, non pas vraisemblablement sous sa forme soluble dont 1^l d'eau retient 8^g à froid, mais sous la forme ocreuse, soluble à raison de $0^g,5$ par litre, ou sous celle d'acide fondu qui cède encore à l'eau $0^g,050$ de son poids. Cet acide dissous qui, à froid, décompose le carbonate d'ammoniaque en se changeant en vanadate, peut aussi se trouver en présence de gaz carbonique, d'alcalis, de sels alcalins, provenant de l'altération lente des roches granitiques, par exemple, puis, avec les carbonates, donner lieu à la formation de vanadates acides ou neutres, selon la quantité d'acide qu'ils renferment et plus ou moins solubles dans l'eau. Les

solutions faibles d'acide vanadique, qui rencontrent dans le sol peu de carbonate d'ammoniaque, y trouvent du nitrate sans action sur elles, mais qui, surtout à chaud, étant partiellement dissocié dans ses solutions étendues, peut former du vanadate d'ammoniaque dilué. D'autre part, les eaux chargées de faibles quantités de vanadates solubles et d'autres sels peuvent, comme on le sait, enlever du cuivre, par exemple, aux roches primitives qui en sont imprégnées dans toute leur épaisseur, du zinc qui existe dans toutes les roches anciennes (porphyres, granites, gneiss, schistes, houilles et autres), et cela d'autant mieux qu'elles sont chargées de sel marin ou de corps analogues qui contribuent à faciliter la dissolution des sulfures et autres substances insolubles dans l'eau pure. En réalité, les matières vanadifères du sol se désagrègent peu à peu en même temps que les roches qui les contiennent, elles passent transitoirement dans les eaux qui les dissolvent, les transportent et les amènent en contact avec d'autres substances, en particulier avec des minerais de plomb. Ces eaux, capables d'agir sur les sulfures de cuivre, de zinc, etc., le sont également sur le sulfure de plomb; ce corps est susceptible d'ailleurs de se transformer au contact de l'eau aérée : du sulfure de plomb abandonné sous l'eau, dans un flacon bouché au liège, s'oxyde lentement à la température ordinaire; au bout de 5 ou 6 ans il est partiellement changé en petits cristaux transparents, brillants, qui se déposent sur les parois du vase et au milieu même du précipité; c'est de l'*anglésite* qui accompagne souvent la galène dans les filons et qui s'est formée à la faveur des échanges gazeux lents, qui se sont produits à travers le bouchon et ont permis la rentrée de l'oxygène atmosphérique. Ce sulfate n'est pas complètement insoluble dans l'eau, car les sels de plomb ne précipitent jamais entièrement l'acide sulfurique qu'une liqueur renferme, il est plus soluble dans les sels ammoniacaux, tels que le nitrate qui se trouve dans les eaux pluviales et dans le sol, et l'on comprend que des eaux, même très faiblement chargées d'acide vanadique ou de vanadates peu solubles, quand elles viennent à rencontrer des solutions faibles de sulfate de plomb provenant de l'oxydation de la galène, puissent donner naissance à des vanadates de plomb qui, suivant les circonstances, peuvent avoir la composition $3PbO, V^2O^5$ des mines de Wanlockead et de Beresow, ou celle $2PbO, V^2O^5$ de la Descloizite; en présence d'eaux chlorurées il peut se former de la vanadinite $3(3PbOV^2O^5), PbC^2$ reproduite par Roscoë et par Hautefeuille, en chauffant des mélanges de chlorure de plomb, d'oxyde de plomb et d'acide vanadique, qui donnent des cristaux de vanadinite identiques au produit naturel.

» Il n'est pas nécessaire du reste que le sulfate de plomb soit entièrement dissous pour se transformer. Ce sulfate solide et cristallisé, tel qu'on l'obtient en précipitant une solution de nitrate de plomb par l'acide sulfurique et lavant le dépôt, peut être attaqué et subir une décomposition, quand on le met en contact avec des solutions de vanadates alcalins. Une dissolution de vanadate d'ammoniaque, saturée à froid, afin de la rendre plus active, décompose peu à peu le sulfate de plomb; elle se colore en jaune et change le sulfate en une masse volumineuse jaune orangé, devenant rouge sombre à la longue, et brillante au soleil à la suite de la formation de petits cristaux rhombiques de trivanadate ammoniacal peu soluble, tandis que du sulfate d'ammoniaque se dissout dans la liqueur. Une solution, même étendue, du même vanadate se colore en jaune au bout de 24 à 36 heures quand on la met en contact avec du sulfate de plomb qui jaunit et, si l'on fait intervenir la chaleur, le sulfate ne tarde pas à se recouvrir de petits cristaux de trivanadate d'ammoniaque que l'eau bouillante ou un faible excès d'ammoniaque font disparaître en laissant un précipité jaune orangé clair renfermant PbO, V^2O^5, H^2O. Dans certaines conditions le sulfate de plomb devient d'abord jaune clair, puis gris jaunâtre quand on le chauffe dans la dissolution; il est alors formé d'aiguilles groupées en X sur lesquelles sont implantées d'autres aiguilles plus petites qui paraissent former avec les branches de l'X le même angle que celles-ci offrent entre elles; ces aiguilles contiennent $3PbO, 2V^2O^5, H^2O$ et souvent la décomposition du sulfate de plomb demeure incomplète.

» Il en est de même quand au vanadate d'ammoniaque on substitue les vanadates neutres de potasse ou de soude. A froid et au bout de 24 à 48 heures les solutions étendues au centième deviennent jaunes à mesure que le sulfate de plomb s'altère, celui-ci devient adhérent aux parois du vase et la liqueur se charge de sulfate alcalin. Quand on élève la température l'action devient plus facile, il se forme des petits cristaux moins solubles, que l'addition d'une très faible proportion de carbonate alcalin fait disparaître et qui accompagnent la transformation du sulfate de plomb en un vanadate basique; la décomposition du sulfate n'est du reste complète qu'au bout d'un temps prolongé et quand on renouvelle les liqueurs. Si l'on met, en effet, du vanadate de plomb précipité, au contact d'une solution faible d'un sulfate alcalin, il ne tarde pas à s'établir un équilibre entre le vanadate de plomb et le sulfate d'une part, le sulfate de plomb et le vanadate alcalin de l'autre, et ce n'est que grâce à la circulation des eaux naturelles et à leur renouvellement que le sulfate alcalin se trouve éliminé et que, l'équilibre étant

rompu de ce fait, la transformation du sulfate en vanadate de plomb peut être rendue complète.

» Les vanadates de plomb peuvent donc se former dans l'action d'eaux vanadiées mises en rapport avec de l'anglésite; le vanadate formé peut être amorphe et hydraté, comme cela a lieu quand on précipite le nitrate de l'acétate de plomb par un vanadate alcalin; le précipité qui se produit dans une liqueur faiblement acétique cristallise quand on le fait bouillir et j'ai reproduit ainsi les cristaux du vanadate V^2O^5, 2PbO. J'ai cherché à éliminer tout acide et à me rapprocher des circonstances habituelles de la nature : lorsqu'on décompose un sel de plomb par un vanadate alcalin, le précipité formé, lavé, donne naissance à une eau de lavage colorée en jaune, ce qui prouve qu'elle en dissout un peu, qu'on ait affaire au vanadate neutre ou à un sel basique, tel que 3PbO, $2V^2O^5$. Or ce précipité hydraté amorphe abandonné dans l'eau s'y transforme et cristallise, mais avec une lenteur extrême; un échantillon conservé pendant 14 ans est devenu brun en se déshydratant et s'est attaché aux parois du vase. Beaucoup de ses points sont formés de petites masses radiées, ayant au centre un noyau plus clair, formé de petits cristaux autour desquels la matière s'est contractée et, en certains points, se sont produites des petites géodes remplies de cristaux parfaitement nets et brillants qui, en diminuant de volume, ont donné lieu à des vides creusés au sein de la matière primitive hydratée; la transformation continue encore dans cet espace limité. Sur d'autres échantillons conservés depuis 11 ans dans des flacons bouchés à l'émeri il s'est formé, au voisinage de la surface terminale du liquide, un anneau brun de 3^{mm} à 4^{mm} de large, mélangé de petites masses mamelonnées cristallines, hérissées de petites pointes d'aiguilles accolées ensemble; au-dessous de cet anneau la cristallisation lente a donné lieu à la formation d'un second anneau de 12^{mm} à 15^{mm} de hauteur et des cristaux du même genre se trouvent répartis dans la masse encore hydratée qui cristallise lentement quoique le vase n'ait subi d'autres variations de chaleur que celles de la température ambiante.

» Le vanadate de plomb amorphe et hydraté peut donc se déshydrater partiellement et cristalliser à la température ordinaire; il est, du reste, légèrement soluble dans l'eau, surtout chargée d'acide carbonique ou d'un peu de nitrate d'ammoniaque et, dans ces dissolutions, il cristallise en petits mamelons formés d'aiguilles accolées, soit à la température ordinaire, soit lorsqu'on le maintient dans la liqueur chaude; en cet état il est facilement fusible en une matière jaune rougeâtre, et ce fait explique comment il se dépose sous la forme d'enduits, amorphes ou cristallisés, se

produisant sur les matériaux siliceux ou calcaires des filons; si, en même temps que les eaux vanadifères agissent sur du sulfate de plomb, elles rencontrent des liquides renfermant du cuivre, du zinc, etc., il en résulte la production de minerais calcaires, cuprifères, zincifères, que l'on rencontre terreux ou cristallisés, légèrement solubles dans l'eau. J'ai reproduit autrefois les éléments de ces mélanges, vanadates de chaux, de cuivre, de zinc, etc., soit hydratés, soit anhydres (*Ann. de Chim. et de Phys.*, 6e série, t. XIII, 1888, p. 190). Les vanadates de plomb impurs peuvent rester pulvérulents ou terreux; ils peuvent aussi, sous l'influence de la pression et d'une température insuffisante pour altérer la silice ou le calcaire, fondre et se déposer sur les parois des filons, qu'il recouvrent parfois en se moulant à leur surface, quand ils cristallisent lors d'un refroidissement ultérieur.

» On trouve aussi certains minerais vanadifères tels que celui de la mine de Santa-Martha, mêlés de *cérusite* associée avec le vanadate de plomb, au-dessus de galène. Ce carbonate n'est que faiblement soluble dans les dissolutions chargées d'acide carbonique, mais, avec l'aide de la pression et d'une température plus ou moins haute, les eaux minérales vanadifères ont pu agir sur la cérusite et donner lieu à du vanadate de plomb pulvérulent, terreux ou cristallisé, comme celui de la mine précitée. Il suffit, du reste, on le sait, de soumettre le carbonate de plomb à une température voisine de 400°, pour qu'il se transforme en massicot un peu soluble dans l'eau et capable d'agir, même après son refroidissement, sur les eaux vanadifères qu'il rencontre.

» On peut, on le voit, comprendre sans difficulté comment la formation des minerais vanadifères a pu avoir lieu, ceux à base de plomb en particulier, qui sont les plus importants, en considérant l'action des eaux naturelles qui, circulant froides ou chaudes, sous une pression plus ou moins grande, dans les profondeurs du sol, y prennent du vanadium en agissant sur les diverses roches de l'écorce terrestre qu'elles désagrègent et se chargent d'acide vanadique ou de vanadates plus ou moins solubles dans l'eau. Ces eaux vanadifères sont ensuite arrivées en contact avec les principaux minerais (galène, anglésite, céruse) de plomb que l'on rencontre dans la nature, et les ont transformés partiellement en vanadate de plomb qui constitue les différents minéraux dans lesquels le vanadium, primitivement disséminé dans les roches, est venu se concentrer. »

TOPOGRAPHIE. — *Sur l'emploi d'images stéréoscopiques dans la construction des plans topographiques.* Note de M. A. LAUSSEDAT.

« Le procédé graphique habituellement employé pour construire le plan d'un terrain représenté par des vues photographiées est dérivé de celui qui est si connu des topographes sous le nom de *méthode des intersections*. Les vues que l'on combine deux à deux doivent être prises alors de stations suffisamment espacées pour que les rayons visuels, aboutissant aux images d'un même point et projetés sur le plan, se coupent sous des angles qui ne soient pas trop aigus.

» On a objecté que les vues prises ainsi de stations éloignées les unes des autres, modifiant sensiblement l'aspect du paysage, il devient difficile d'identifier les deux images d'un même point et qu'il peut en résulter des incertitudes et même des erreurs. On a répondu à cette objection en indiquant un moyen rigoureux de vérification. Mais les opérateurs exercés, ayant l'aptitude nécessaire, en ont rarement besoin.

» Toutefois, les formes plastiques du terrain se trouvant pour ainsi dire écrasées sur chacune des vues isolées et différentes en apparence, quand on passe de l'une à l'autre, on avait songé, depuis assez longtemps, à recourir à la stéréoscopie pour tracer plus sûrement les courbes de niveau qui représentent ces formes.

» A la vérité, il fallait pour cela s'assujettir à doubler le nombre des vues à prendre et ce n'est que très exceptionnellement qu'on s'y était décidé.

» Aujourd'hui la stéréoscopie tend à s'introduire sérieusement dans la phototopographie, en substituant une nouvelle méthode, celle des *parallaxes*, à la méthode des *intersections*. Seulement ce n'est plus, à proprement parler, la stéréoscopie ordinaire que l'on emploie, mais une stéréoscopie *exagérée* qui donne au paysage un relief saisissant se prêtant à des mesures de distances et de hauteurs, éléments de construction des plans.

» Pour obtenir l'effet habituellement recherché de l'illusion physiologique de la vision binoculaire, les deux vues doivent être prises de points écartés l'un de l'autre comme les deux yeux, c'est-à-dire de $0^m,06$ à $0^m,07$.

» En espaçant davantage les stations, mais en rapprochant ensuite les deux images obtenues, dans un stéréoscope, l'illusion du paysage naturel est remplacée par une autre que l'on peut comparer à la vue d'un modèle en relief analogue à ceux des places fortes ou des ports de mer qui se trouvent aux Invalides et au Musée naval.

» On démontre aisément que ce *plan-relief virtuel* est une réduction du relief naturel dans le rapport de l'intervalle des yeux à l'écartement des deux stations. Ainsi, deux vues prises de stations espacées de $6^m,50$ ou de cent fois l'intervalle moyen des deux yeux, juxtaposées dans un stéréoscope, donnent la sensation d'un modèle en relief à l'échelle de $\frac{1}{100}$.

» Je mets sous les yeux de l'Académie deux spécimens de ces couples de vues, l'un correspondant à une base de $19^m,50$ et l'autre à une base de $58^m,90$. La première donne le modèle en relief du village de Royat, à l'échelle de $\frac{1}{300}$, et la seconde un modèle d'une région des Alpes dolomitiques d'Autriche, à l'échelle de $\frac{1}{900}$ environ.

» La profondeur à laquelle on peut encore appliquer au paysage l'expression de *modèle en relief* est d'autant plus grande que l'échelle est plus petite. Dans la pratique dont il va s'agir, on se tient d'ailleurs nécessairement dans des limites beaucoup plus étroites.

» Avant d'aller plus loin, je crois devoir rappeler que les premiers essais de stéréoscopie exagérée ont été faits en Suisse, autour de la Jungfrau, dès 1858, par Braun, de Dornach, et que les résultats obtenus par cet habile et ingénieux photographe avaient beaucoup frappé Helmholtz qui, de son côté, avait cherché à en obtenir d'analogues, à l'aide de son *téléstéréoscope* qu'il dirigeait immédiatement sur le paysage et dont la base était nécessairement assez petite.

» On s'est avisé, dans ces derniers temps seulement, d'utiliser les effets de cette stéréoscopie exagérée pour la construction des cartes topographiques. En recourant, par exemple, à l'instrument de haute précision du Dr Pulfrich, d'Iéna, désigné sous le nom de *stéréocomparateur*, dont j'ai déjà eu l'occasion d'entretenir l'Académie à propos de ses applications à l'Astronomie, on parvient, par la méthode des parallaxes, à rapporter, sur un plan et à une échelle déterminée, les positions relatives d'autant de points que l'on peut en avoir besoin pour tracer la projection horizontale des divisions du terrain et des courbes de niveau des *parties du paysage qui conservent un relief suffisant*.

» Le principe des opérations à effectuer par la méthode en question est d'ailleurs on ne peut plus simple, quel que soit l'appareil de mesure que l'on emploie.

» Pour abréger les explications, nous supposerons que les deux stations sont au même niveau et il doit être entendu d'ailleurs que, dans tous les cas, les images sont situées dans un même plan vertical passant par ces deux stations. Celles-ci ayant été mises en place sur le papier ainsi que la

direction, c'est-à-dire l'orientation de l'axe optique de l'objectif de l'appareil pour l'une des stations, et d'un autre côté tous les points de chacune des images pouvant être rapportés à la ligne principale et à la ligne d'horizon comme axes coordonnés, la différence des abscisses d'un même point mesure la parallaxe du point correspondant de l'espace dans le plan horizontal et l'on voit facilement que, la distance focale de l'objectif et l'écartement des deux stations étant connus, la projection horizontale de la distance du point considéré en résulte ainsi que sa direction rapportée à celle de l'axe optique de l'objectif tracée sur le papier. Les différences de niveau se déterminent d'ailleurs comme dans la méthode ordinaire.

» Le stéréocomparateur dont j'ai fait exposer un dessin sert d'abord à voir stéréoscopiquement l'ensemble des deux vues à l'aide de lentilles offrant un champ suffisant, puis, quand on a remplacé ces lentilles par le système de microscopes représenté sur la figure, à mesurer mécaniquement les abscisses et les ordonnées des différents points considérés. C'est à l'extrême précision des vis micrométriques de cet appareil qui donnent le centième de millimètre qu'est due l'exactitude des résultats que j'ai cru devoir signaler à l'Académie. Quant à la marche systématique à adopter pour relever rapidement les détails du plan ou les points des différentes courbes de niveau, je ne saurais les indiquer ici pas plus que les procédés graphiques expéditifs destinés à simplifier les constructions.

» Il me suffira de donner un aperçu de l'expérience faite dans le courant de l'été dernier, aux environs d'Iéna, sous les auspices du général major Schulze, chef de la Section topographique, par M. Paul Seliger, topographe royal, avec la coopération du Dr Pulfrich.

» On voit sur le plan exposé (qui est à une échelle triple de l'original), les différentes parties de la montagne du Kernberge, étagées les unes derrière les autres comme sur les photographies, jusqu'à une distance de 3000^{m}. L'échelle du plan original était de $\frac{1}{10000}$, ce qui permettait d'évaluer sur ce plan les distances à 1^{m} près, et ce degré de précision est aussi celui sur lequel on peut compter jusqu'à cette limite de 2500^{m} à 3000^{m} avec la base de 100^{m}.

» Avec une base plus grande ou plus petite, cette limite varie naturellement et la question de l'échelle que l'on emploie doit être également prise en considération pour la fixer; mais je ne veux pas entrer dans cette discussion. Ce qui me semble surtout digne de la plus grande attention, c'est que l'un des expérimentateurs, très familier avec la méthode du lever à la planchette, laquelle se pratique nécessairement et toujours pénible-

ment sur le terrain et qui l'a comparée avec celle de la stéréométrophotographie, laquelle, une fois les photographies obtenues, s'emploie par tous les temps dans le cabinet, a déclaré qu'elles conduisaient aux mêmes résultats.

» Le stéréocomparateur du Dr Pulfrich, dont on peut voir un modèle au Conservatoire des Arts et Métiers, est un appareil admirablement construit, mais d'un prix élevé et d'un maniement délicat.

» Un autre inventeur, M. Fourcade, attaché au Service forestier du Cap de Bonne-Espérance, en a imaginé indépendamment un tout à fait analogue avec lequel il semblerait que les mesures facilitées par l'emploi d'un *réseau* de Gautier seraient exécutées plus rapidement. M. Fourcade doit avoir entrepris, de son côté, des expériences dont nous ne connaissons pas encore les résultats.

» Il convient de faire remarquer, avant de terminer, qu'avec l'un comme avec l'autre de ces instruments, ce n'est que par voie indirecte, et non par la vue simultanée de l'ensemble des couples d'images, que l'on met à profit leurs propriétés.

» Mais on a aussi cherché à utiliser celles de la stéréoscopie proprement dite, ce qui constitue une troisième méthode distincte de celle des intersections et de celle des parallaxes, en opérant directement sur les modèles en relief virtuels. Je ne désespère pas de pouvoir faire connaître assez prochainement à l'Académie les résultats d'essais poursuivis en Allemagne et chez nous pour réaliser la conception due au savant Arpenteur général du Canada, M. E. Deville, d'un instrument déjà désigné par anticipation sous le nom de *stéréoplanigraphe,* dont je dois me contenter aujourd'hui de montrer l'organe principal. Cet organe, comme on le verra en s'en approchant, permet de disposer le modèle en relief du paysage de manière à en pouvoir suivre les différents accidents avec un point de mire mobile, porté par une armature dont les mouvements sont communiqués à un crayon qui en laisse la trace sur le papier.

» Mais comme l'échelle du modèle en relief est généralement très grande et que le point de mire et son armature seraient entraînés trop loin de l'opérateur, il a fallu chercher des moyens optiques ou mécaniques de réduire les figures déduites du modèle et c'est cette seconde partie du stéréoplanigraphe qui est encore à l'étude. »

MÉCANIQUE. — *Effets des petites oscillations des conditions extérieures sur un système dépendant de deux variables.* Note de M. **P. Duhem.**

« Nous nous proposons de rechercher jusqu'à quel point on peut étendre aux systèmes affectés d'hystérésis et de viscosité, et définis par deux variables privilégiées, α, β, hors la température T, les résultats que nous avons obtenus [1] pour les systèmes définis par une seule variable.

» Nous désignerons par A, B, les deux actions extérieures; la fonction dissipative D sera donnée par l'égalité

$$(1) \qquad 2D = L\dot{\alpha}^2 + 2M\alpha\beta + N\beta^2,$$

où L, M, N sont des fonctions de α, β, T, qui vérifient les conditions

$$(2) \qquad LN - M^2 > 0, \qquad L > 0, \qquad N > 0.$$

» Les deux actions de viscosité seront

$$(3) \qquad U = -\frac{\partial D}{\partial \alpha} = -(L\alpha + M\beta), \qquad V = -\frac{\partial D}{\partial \beta} = -(M\alpha + N\beta).$$

» Les variables α, β étant supposées sans inertie, les équations du mouvement du système sont

$$(4) \quad \begin{cases} \dfrac{d}{dt}(A + U) = \dfrac{d}{dt}\dfrac{\partial \mathcal{F}(\alpha, \beta, T)}{\partial \alpha} + f(\alpha, \beta, T, A + U, B + V)\,|\alpha'|, \\ \dfrac{d}{dt}(B + V) = \dfrac{d}{dt}\dfrac{\partial \mathcal{F}(\alpha, \beta, T)}{\partial \beta} + g(\alpha, \beta, T, A + U, B + V)\,|\beta'|. \end{cases}$$

Il est clair que ces équations peuvent se mettre sous la forme

$$(5) \qquad L\alpha'' + M\beta'' = P, \qquad M\alpha'' + N\beta'' = Q,$$

P, Q ayant des valeurs finies et déterminées lorsque l'on connaît les valeurs de α, β, T, A, B et leurs dérivées du premier ordre par rapport à t.

(1) *Sur les propriétés des systèmes affectés à la fois d'hystérésis et de viscosité* (*Comptes rendus*, t. CXXXVIII, séance du 18 avril 1904, p. 942). — *Effets des petites oscillations de l'action extérieure sur les systèmes affectés d'hystérésis et de viscosité* (*Comptes rendus*, t. CXXXVIII, séance du 2 mai 1904, p. 1075). — *Effet des petites oscillations de la température sur un système affecté d'hystérésis et de viscosité* (*Comptes rendus*, t. CXXXVIII, séance du 16 mai 1904, p. 1196).

C'est ce qui aura lieu lors même que T, A, B éprouveraient, autour d'une valeur moyenne constante, des variations extrêmement fréquentes, mais extrêmement petites.

» Peut-il arriver que α', ou β', ou ces deux grandeurs, éprouvent des changements de signe extrêmement fréquents? Dans un système affecté de viscosité, α' et β' varient d'une manière continue; une de ces quantités ne peut donc changer de signe sans passer par o. Si l'une de ces deux quantités, α' par exemple, change très fréquemment de signe, elle passe par o à des intervalles de temps très rapprochés; pour qu'elle pût, entre deux passages par o, prendre une valeur finie, il faudrait que α'' fût extrêmement grand; selon les égalités (5), cela ne peut avoir lieu, à moins que $(LN - M^2)$ ne soit extrêmement petit; condition qui revient à supposer que l'une au moins des deux actions de viscosité U, V demeure très petite, même pour des valeurs finies de α', β'.

» Donc, *à moins que l'une au moins des deux variables* α, β *ne soit presque exempte de viscosité, il est impossible que l'une ou l'autre des deux vitesses* α', β' *éprouve des changements de signe extrêmement fréquents, sans que la variable correspondante garde une valeur sensiblement constante.*

» Écartons l'hypothèse où l'une des variables α, β serait presque exempte de viscosité. Nous aurons trois cas à distinguer :

» 1° *Les deux vitesses* α', β' *éprouvent des changements de signe extrêmement fréquents.* Dans ce cas, α, β ne changent de valeur qu'avec une extrême lenteur.

» 2° *L'une des deux vitesses,* soit β', *éprouve des changements de signe extrêmement fréquents; l'autre vitesse,* α', *garde le même signe pendant un temps fini.* Nous supposerons que ce soit le signe +.

» Posons $\mathfrak{A} = A + U$, $\mathfrak{B} = B + V$. Supposons d'abord que M ne soit pas très petit et considérons alors la seconde équation (4); β' étant sans cesse très voisin de O, cette équation donne

$$\mathfrak{B} = \frac{\partial \mathcal{F}(\alpha, \beta, T)}{\partial \beta} + C,$$

C étant une quantité dont la valeur est presque indépendante du temps et dont la détermination initiale dépend des valeurs données initialement à α, β, T, A, B, α', β'. D'ailleurs, comme β, T gardent des valeurs à peu près constantes β_0, T_0, on voit que la valeur de $\mathfrak{B}$ qui correspond à une valeur donnée de α est sensiblement la même que si l'on avait constamment $\beta = \beta_0$, $T = T_0$, les données initiales restant les mêmes.

» D'autre part, on a $\mathfrak{B} = B - M(\alpha, \beta, T)\alpha' - N(\alpha, \beta, T)\beta'$. Comme β' est sans cesse très voisin de o et B de B_0, on a sensiblement

$$\mathfrak{B} = B_0 - M(\alpha, \beta_0, T_0)\alpha'.$$

Par hypothèse, M n'est pas très petit. Donc la valeur de α' qui correspond à une valeur donnée de α est sensiblement la même que si A, B, T gardaient les valeurs rigoureusement invariables A_0, B_0, T_0, les données initiales restant les mêmes.

» Imaginons maintenant que M soit très petit; dans ce cas, comme β' est toujours très voisin de o et B de B_0, $\mathfrak{B}$ sera toujours très voisin de B_0. Recourons à la première équation (4) que le signe attribué à α' transforme en

$$(6) \qquad d\mathfrak{A} = d\frac{\partial \mathfrak{F}}{\partial \alpha} + f(\alpha, \beta, T, \mathfrak{A}, \mathfrak{B})d\alpha.$$

Posons

$$(7) \qquad \begin{cases} a = \mathfrak{A} - \dfrac{\partial \mathfrak{F}}{\partial \alpha}, \\ \varphi(\alpha, \beta, T, a, \mathfrak{B}) = f(\alpha, \beta, T, \mathfrak{A}, \mathfrak{B}). \end{cases}$$

L'équation (6) deviendra

$$da = \varphi(\alpha, \beta, T, a, \mathfrak{B})d\alpha$$

ou bien

$$(8) \qquad da = \varphi(\alpha, \beta_0, T_0, a, B_0)d\alpha + \varepsilon d\alpha,$$

ε étant une quantité infiniment petite.

» *Nous admettrons, sans pouvoir le démontrer rigoureusement,* que a est toujours très voisin d'une intégrale $z(\alpha, \beta_0, T_0, B_0)$ de l'équation différentielle

$$dz = \varphi(\alpha, \beta_0, T_0, z, B_0).$$

» Le raisonnement s'achèvera alors comme dans notre précédente Note (¹), en sorte que la vitesse de transformation du système sera sensiblement indépendante des petites oscillations imposées à la température T et aux actions extérieures A, B.

» 3° *Chacune des deux vitesses α', β' garde, pendant un temps fini, un signe invariable.*

(¹) *Effet des petites oscillations de la température sur un système affecté d'hystérésis et de viscosité* (*Comptes rendus*, t. CXXXVIII, séance du 16 mai 1904, p. 1196).

» Le résultat qui vient d'être énoncé s'étend également à ce cas. Si l'Académie le permet, nous indiquerons dans une prochaine Note le raisonnement qui justifie cette extension. »

PHYSIQUE. — *Sur un phénomène analogue à la phosphorescence, produit par les rayons* N. Note de M. E. **Bichat**.

« M. Blondlot ([1]) a montré que certains corps soumis à l'action des rayons N les emmagasinent et peuvent en émettre, à leur tour, pendant longtemps. L'étude de ces rayons secondaires m'a conduit à un certain nombre de résultats intéressants.

» Prenons une lame de cuivre de 1^{mm} d'épaisseur environ, et soumettons-la, pendant un certain temps, 1 minute par exemple, à l'action des rayons N d'une lampe Nernst; si l'on observe alors, au moyen d'un écran à sulfure de calcium phosphorescent, la face de la lame qui a été tournée du côté de la lampe, on constate qu'elle émet des rayons N qui traversent l'aluminium et cette émission peut se prolonger pendant longtemps. L'autre face de la lame n'en émet pas. Si, pendant qu'on observe l'écran phosphorescent, on vient à chauffer très légèrement la lame de cuivre, l'éclat du sulfure augmente beaucoup; mais cette augmentation ne dure qu'un instant; on voit bientôt cet éclat diminuer et l'on constate la disparition des rayons N.

» Ce phénomène est tout à fait analogue à celui que l'on observe quand on chauffe les substances phosphorescentes ordinaires.

» Pour étudier les radiations secondaires, j'ai disposé l'expérience de la façon suivante : devant une lampe Nernst on place une planche en bois, puis un grand écran en carton mouillé percé d'une ouverture circulaire; devant cette ouverture, et à une distance de 10^{cm} environ, on dispose une fente étroite pratiquée dans un carton mouillé et, enfin, devant cette fente on met un prisme en aluminium. On obtient ainsi le spectre de rayons N étudié par M. Blondlot. On détermine la position des différents rayons réfractés en promenant dans le spectre une fente phosphorescente fixée sur un support en bois. Ce support est placé à 1^{m} environ du prisme; il peut être déplacé en le faisant glisser sur une table, dans une direction normale aux rayons incidents. Toutes les fois que, pen-

([1]) *Comptes rendus*, t. CXXXVII, 9 novembre 1903.

dant le déplacement, on trouve un maximum, on note la position de l'écran par un trait tracé sur la table. On a ainsi repéré huit maximums successifs correspondant aux indices déterminés par M. Blondlot ([1]).

» Cela fait, on a pris le corps dont on veut étudier les rayons secondaires sous la forme de lames de 1^{cm} environ de largeur sur 4^{cm} à 5^{cm} de hauteur et de $0^{cm},1$ à $0^{cm},2$ d'épaisseur; cette lame fut fixée verticalement sur un support en bois. Après avoir supprimé les rayons N en plaçant un écran en carton mouillé devant la source, on dispose le support de telle sorte que le milieu de la lame se trouve dans la direction de l'un des rayons donnés par le prisme, par exemple le rayon n° 3 d'indice 1,29. On enlève alors l'écran mouillé qui cache la source et on laisse agir le rayon n° 3, sur la lame, pendant une minute environ. On supprime alors la source par interposition du carton mouillé et on lui substitue la lame en la plaçant derrière la fente, de telle sorte que la face qui a subi l'action de la source soit tournée du côté de la fente. Les rayons secondaires émis par la lame passent à travers la fente, puis à travers le prisme, et l'on peut en étudier la dispersion au moyen de la fente à sulfure phosphorescent. On constate ainsi que le faisceau de rayons secondaires est complexe; on retrouve un certain nombre de maxima; mais ces maxima correspondent tous à des indices *supérieurs* à celui du rayon primaire, dans le cas particulier, à 1,29.

» Ce résultat est général. Si l'on emploie comme source de rayons primaires un rayon quelconque d'indice n, le faisceau de rayons secondaires est constitué uniquement par des radiations d'indices plus grands que n; on ne trouve aucun rayon d'indice plus petit. Il y a donc transformation des radiations primaires en radiations plus réfrangibles. Or M. Blondlot a montré que, pour les rayons N émis par la lampe Nernst, la longueur d'onde croît en même temps que l'indice.

» Les radiations secondaires sont donc de longueurs d'onde plus grandes que les radiations primaires, ce qui est conforme à la loi de Stokes.

» J'ai vérifié d'ailleurs directement ce résultat par un autre procédé. La lame soumise à l'action d'un rayon N d'indice déterminé est utilisée comme source pour produire un faisceau dispersé par un prisme en aluminium; l'un des rayons sortant du prisme tombait ensuite sur un réseau et l'on mesurait directement sa longueur d'onde. La longueur d'onde du rayon primaire étant $0^{\mu},0146$, celle du rayon secondaire fut trouvée égale à $0^{\mu},0160$;

([1]) *Comptes rendus*, t. CXXXVIII, p. 125.

dans une autre expérience, la longueur d'onde du rayon primaire étant $0^{\mu},0183$, celle du rayon secondaire était $0^{\mu},0195$.

» J'ai étudié ainsi les rayons secondaires donnés par le cuivre, par le zinc et par le verre. Je n'ai observé aucun rayon secondaire avec des lames de platine, d'argent ou d'aluminium. Il n'y a aucune relation entre cette propriété qu'ont certains corps d'émettre des rayons secondaires et la transparence de ces corps pour les rayons N : le platine, en effet, est opaque tandis que l'argent et l'aluminium sont transparents. »

MAGNÉTISME TERRESTRE. — *Observations magnétiques à Tananarive;* par le P. **Colin**.

« Du mois de mai 1903 au mois d'avril 1904, j'ai continué à observer toutes les semaines les trois éléments magnétiques, à l'observatoire de Tananarive. Les résultats que j'ai l'honneur de présenter aujourd'hui à l'Académie sont contenus dans les trois Tableaux suivants :

Mesures absolues de la déclinaison, en 1903 et 1904.

Dates.	Heures.		Déclinaison NW.	
	h m	h m	° ′ ″	
Mai 6....	11.30 à	11.45	10. 8.49	Moy. : 10°9′0″.
14....	13.35	13.52	10. 6.52	
20....	7.48	8. 0	10. 9.49	
27....	12, 5	12.20	10.10.30	
28....	8.10	8.25	10.10. 0	
Juin 4....	12.10	12.30	10. 8.30	Moy. : 10°7′48″.
11....	8. 0	8.20	10. 8.15	
12....	12.38	12.52	10. 9.22	
17....	11.49	12.10	10. 8.15	
26....	14.40	14.55	10. 5. 7	
Juill. 1....	11.35	11.50	10. 7.19	Moy. : 10°7′23″.
10....	11.55	12. 7	10. 8.37	
15....	11.40	11.50	10. 8. 7	
22....	11.40	11.55	10. 8. 0	
29....	16. 8	16.20	10. 4.56	
Août 4....	11.10	11.20	10. 8.49	Moy. : 10°9′7″.
12....	11.45	12. 0	10. 9.30	
18....	11.40	11.55	10. 8.56	
25....	11. 0	11.16	10. 9.15	
Sept. 2....	12. 5 à	12.20	10. 7.11	Moy. : 10°6′18″.
8....	11.15	11.28	10. 9. 4	
13....	13.20	13.30	10. 6.30	
26....	15.45	16. 0	10. 2.30	
Oct. 3....	13.10	13.20	9.59.37	Moy. : 9°59′26″.
10....	14.20	14.40	9.58. 7	
17....	15.15	15.25	10. 2.26	
24....	14. 0	14.10	9.57.34	
31....	15.30	15.44	9.38. 0	
Nov. 7 ...	14.30	14.40	9.58.34	Moy. : 10°2′39″.
14....	8.20	8.35	10. 6.26	
21....	11.45	12. 0	10. 1.23	
28....	11.25	11.38	10. 4.15	
Déc. 5....	11.25	11.38	10. 3.22	Moy. : 10°2′49″.
9....	11.20	11.35	10. 4.22	
19....	12.45	12.55	9.59.55	
23....	12.14	12.25	9.59.45	
30....	8.15	8.29	10. 6.41	

Dates.	Heures.		Déclinaison NW.	
	h m	h m	° ′ ″	
Janv. 8....	11.20 à	11.34	10. 4.56	Moy.: 9°59′48″.
15....	12. 0	12.14	9.59.11	
22....	11.52	12. 7	9.57.52	
29....	12. 0	12.15	9.57.15	
Févr. 5....	11.10	11.25	10. 0.22	Moy.: 9°59′44″.
12....	11.35	11.46	9.58.52	
19....	11.45	11.58	10. 0.23	
27....	11.35	11.50	9.59.22	
Mars 4....	11.40 à	11.52	9.58.49	Moy.: 10°0′0″.
11....	11.25	11.39	10. 0.52	
18....	11.15	11.30	9.59.37	
25....	11.30	11.49	9.58.52	
29....	11.27	11.40	10. 1.52	
Avril 8....	11.50	12. 0	10. 0.22	Moy.: 10°0′4″.
15....	11.45	11.55	9.59. 7	
22....	11.22	14.30	10. 0.37	
29....	11.22	11.40	10. 0.41	

Mesures absolues de l'inclinaison, en 1903 et 1904.

Dates.	Heures.		Inclinaison.	
	h m	h m	° ′ ″	
Mai 9....	13.50 à	14.15	54. 5.31	Moy.: 54°6′48″.
16....	11.10	11.48	54.12.14	
23....	11.20	11.55	54. 4.57	
30....	11.45	12.10	54. 4.32	
Juin 6....	11.30	12. 0	53.59.32	Moy.: 54°4′2″.
13....	11.45	12.13	54. 8.22	
20....	11.45	12.20	54. 3. 6	
27....	11.40	12.15	54. 5. 8	
Juill. 4....	11.50	12.20	54. 7.23	Moy.: 54°3′30″.
11....	13.20	14. 7	54. 2. 3	
17....	11.45	12.25	54. 6.21	
25....	11.25	12. 5	54. 3.34	
30....	11.25	12. 0	53.58.13	
Août 5....	11.42	12.20	54. 3. 1	Moy.: 54°0′20″.
14....	11.22	12. 3	53.54.14	
19....	11.15	12. 0	53.56.31	
26....	11.25	12. 5	54. 7.35	
Sept. 4....	11.40	12.20	54.11. 6	Moy.: 54°7′40″.
11....	11.55	12.35	54. 1.22	
14....	11.40	12.18	54.13.47	
26....	13.35	14.15	54. 4.26	
Oct. 3....	15.40	16.30	54. 5.30	Moy.: 54°11′38″.
10....	13. 0	13.35	54. 9. 6	
17....	12. 0	12.30	54.10.38	
24....	15.30	16. 0	54.21. 1	
31....	17. 0	17.30	54.44.26	
Nov. 7....	9.20 à	10. 0	54.10.16	Moy.: 54°7′55″.
14....	11.40	12.10	54.11. 6	
20....	11.30	12. 0	54.10.46	
27....	11.40	12.10	53.59.35	
Déc. 4....	11.45	12.15	54. 2.29	Moy.: 54°5′31″.
9....	6.30	7. 5	54. 7.26	
19....	8. 5	8.30	54. 6.36	
30....	11.15	11.40	54. 5.33	
Janv. 9....	11.35	12.10	54. 4.52	Moy.: 54°7′2″.
16....	11.14	11.50	54. 6.33	
23....	11.52	12.25	54. 5.16	
30....	11.45	12.12	54.11.41	
Févr. 6....	8.30	9. 0	54.10. 3	Moy.: 54°8′47″.
13....	11.25	11.55	54. 7.22	
20....	11.30	12. 0	54. 9.58	
27....	11.30	12. 5	54. 7.45	
Mars 5....	11.35	12. 0	54.12.46	Moy.: 54°7′36″.
12....	11.25	11.55	54.15.33	
19....	11.35	12. 5	54.11.47	
26....	11.15	11.45	53.58.33	
30....	11.30	12. 0	53.59.21	
Avril 9....	11.30	12. 5	54.10.31	Moy.: 54°6′26″.
16....	11.33	12. 3	54. 3.42	
23....	11.30	12. 0	54. 6. 7	
30....	8.15	8.45	54. 5.26	

Mesures absolues de la composante horizontale, en 1903 *et* 1904.

Dates.		Heures.		Composante horizontale.	
		h m	h m		
Mai	8....	12.25 à	12.58	0,25665	Moy.: 0,25648
	15....	13.51	14.22	0,25599	
	20....	8. 5	8.40	0,25674	
	27....	12.28	13. 3	0,25657	
Juin	4....	12.30	13. 7	0,25644	Moy.: 0,25664
	12....	14.10	14.40	0,25649	
	19....	11.49	12.21	0,25677	
	26....	15. 2	15.40	0,25687	
Juill.	1....	11.51	12.29	0,25638	Moy.: 0,25614
	10....	12. 7	12.47	0,25659	
	15....	12. 0	12.34	0,25605	
	22....	11.56	12.36	0,25611	
	29....	16.26	16.59	0,25560	
Août	4....	11.21	12. 0	0,25665	Moy.: 0,25635
	12....	12. 3	12.32	0,25584	
	18....	11.59	12.35	0,25653	
	25....	11.18	11.52	0,25639	
Sept.	2....	12.27	13. 1	0,25626	Moy.: 0,25635
	8....	11.35	12. 9	0,25666	
	13....	13.46	14.19	0,25626	
	26....	16. 1	16.34	0,25622	
Oct.	3....	13.27	13.55	0,25674	Moy.: 0,25699
	10....	14.40	15.53	0,25693	
	17....	15.27	15.59	0,25732	
	24....	13.13	13.45	0,25698	
	31....	15.44	16.15	0,25134	
Nov.	7....	14.41 à	15.10	0,25709	Moy.: 0,25652
	14....	8.37	9. 9	0,25625	
	21....	12. 0	12.31	0,25602	
	28....	11.40	12.12	0,25672	
Déc.	5....	11.38	12. 8	0,25620	Moy.: 0,25627
	9....	11.38	12.12	0,25588	
	19....	11.56	12.27	0,25618	
	23....	12.26	12.57	0,25625	
	30....	8.29	9. 1	0,25687	
Janv.	8....	11.34	12. 6	0,25529	Moy.: 0,25595
	15....	12.14	12.49	0,25609	
	22....	12. 8	12.41	0,25591	
	29....	12.15	12.46	0,25651	
Févr.	5....	11.27	11.59	0,25664	Moy.: 0,25645
	12....	11.47	12.20	0,25655	
	19....	11.58	12.27	0,25639	
	26....	11.50	12.20	0,25623	
Mars	4....	11.53	12.25	0,25545	Moy.: 0,25619
	11....	11.39	12. 8	0,25683	
	18....	11.30	12. 1	0,25595	
	25....	11.49	12.20	0,25681	
	29....	11.41	12.12	0,25592	
Avril	8....	12. 1	12.31	0,25560	Moy.: 0,25551
	15....	11.57	12.27	0,25609	
	22....	11.31	12. 1	0,25561	
	29....	11.40	12. 9	0,25477	

» Dans la moyenne du mois d'octobre ne figure pas la valeur anormale obtenue le 31, journée de forte perturbation.

» De cet ensemble d'observations il résulte qu'à Tananarive, depuis le mois de mai 1903 jusqu'en avril 1904 : 1° la déclinaison a diminué de $9'$; elle a un maximum en août et deux minimums, l'un au mois d'octobre, l'autre en janvier et février; 2° l'inclinaison n'a diminué que de $22''$; elle a éprouvé un maximum en octobre, un minimum accentué au mois d'août et un deuxième plus faible en décembre; 3° la composante horizontale a

diminué de 0,00097, un maximum s'est produit en octobre, un premier et faible minimum en juillet, un second en janvier et un troisième, plus considérable que les deux autres, au mois d'avril. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Synthèse d'une série d'alcools tertiaires issus du cyclohexanol.* Note de MM. **Paul Sabatier** et **Alph. Mailhe.**

« L'un de nous a indiqué récemment, avec M. Senderens, comment on peut arriver très facilement du phénol à la cyclohexanone. L'application de ce procédé nous ayant permis de préparer ce corps en grande quantité, nous avons songé à l'utiliser pour la synthèse d'alcools tertiaires issus du cyclohexanol, en faisant réagir la cyclohexanone sur les composés organomagnésiens issus de l'action du magnésium sur les dérivés halogénés gras ou aromatiques, selon la méthode si féconde de M. Grignard.

» La cyclohexanone réagit énergiquement et, si l'on décompose par l'eau glacée la masse solide cristalline obtenue, on prépare, avec un rendement plus ou moins considérable, l'alcool :

$$CH^2\langle{}^{CH^2 - CH^2}_{CH^2 - CH^2}\rangle COH - R,$$

R étant le résidu aromatique ou gras qui a servi à constituer le composé organomagnésien.

» Le *méthylcyclohexanol*$_{1,1}$, $C^5H^{10} = COH - CH^3$, avait déjà été obtenu par Markownikoff et Tscherdynzew [1], en traitant par l'acide azoteux le dérivé aminé formé par la réduction du produit nitré tertiaire du méthylcyclohexane du Caucase. Notre procédé le fournit identique, à partir de l'iodure de méthyle, avec un excellent rendement : c'est un corps d'odeur camphrée intense, qui fond à 12°, bout à 68° sous 20^{mm}, à 155° sous 760^{mm}, $d_0^0 = 0,953$ (liquide).

» L'iodure d'éthyle fournit de même avec un bon rendement l'*éthylcyclohexanol*$_{1,1}$, $C^5H^{10} = COH - C^2H^5$, beaux prismes brillants de forte odeur camphrée qui fondent à 33°. Il bout à 76° sous 20^{mm}, et sous 760^{mm} à 166° en se décomposant un peu.

» Le rendement est mauvais, à cause de la formation de beaucoup de produits condensés, à partir de l'iodure de propyle. Le *propylcyclo-*

(1) *Journ. russ. Phys. Chim.*, t. XXXII, 1900, p. 302.

hexanol$_{1,1}$, $C^5H^{10}=COH.C^3H^7$, est un liquide visqueux d'odeur camphrée, que nous n'avons pu solidifier à $-50°$. Il bout à 85° sous 20^{mm}, et sous 760^{mm} à 180° en se détruisant assez fortement; $d_0^0=0,945$.

» Le rendement est encore plus médiocre avec le bromure d'isobutyle : il y a, dans l'action de l'eau sur le composé bromomagnésien, dislocation prépondérante avec séparation de glycohexanol et d'isobutylène gazeux. On n'obtient qu'une petite quantité de l'*isobutylcyclohexanol*$_{1,1}$

$$C^5H^{10}=COH-CH^2-CH(CH^3)^2,$$

qui bout à 102° sous 20^{mm}.

» Nous avons eu de bien meilleurs résultats avec l'iodure et surtout le bromure d'isoamyle. L'*isoamylcyclohexanol*$_{1,1}$, $C^5H^{10}=COH-C^5H^{11}$, est un liquide visqueux, d'odeur à la fois camphrée et végétale non désagréable, qui bout à 115° sous 20^{mm} : $d_0^0=0,917$.

» Le bromure de phényle fournit facilement, avec un rendement presque total, le *phenylcyclohexanol*$_{1,1}$, $C^5H^{10}=COH-C^6H^5$. Ce sont de gros cristaux épais constitués par des prismes obliques pyramidés qui fondent à 61°. Le liquide bout sous 20^{mm} à 153° en se décomposant un peu. Il possède une odeur aromatique assez agréable.

» De même le parabromotoluène fournit aisément le *paracrésylcyclohexanol*$_{1,1}$, $C^5H^{10}=COH-C^6H^4-CH^3$, liquide d'odeur aromatique qui bout à 151° sous 20^{mm} $d_0^0=0,995$. Il se solidifie dans un mélange réfrigérant en cristaux incolores qui fondent au voisinage de 0°.

» Le chlorure de benzyle donne, avec un rendement assez satisfaisant, le *benzylcyclohexanol*$_{1,1}$, $C^5H^{10}=COH-CH^2-C^6H^5$, en beaux cristaux incolores allongés qui fondent à 33° : il bout à 160° sous 20^{mm}. Il est toujours accompagné d'une certaine dose de dibenzyle $C^6H^5.CH^2.CH^2.C^6H^5$, fondant à 51°.

» Enfin nous avons fait réagir le cyclohexanone sur le dérivé magnésien issu du chlorocyclohexane (bouillant à 142°) préparé par l'action directe du chlore sur le cyclohexane obtenu par la méthode Sabatier et Senderens. Le rendement est médiocre : il y a production de beaucoup de cyclohexène bouillant à 83°. On arrive au *cyclohexylcyclohexanol*$_{1,1}$:

$$CH^2\left\langle\begin{matrix}CH^2-CH^2\\CH^2-CH^2\end{matrix}\right\rangle COH-CH\left\langle\begin{matrix}CH^2-CH^2\\CH^2-CH^2\end{matrix}\right\rangle CH^2.$$

» Ce sont de belles lames blanches nacrées cassantes qui fondent

à 51° : le liquide bout sous 20^{mm} à 148° en se décomposant assez fortement.

» Sauf le premier, tous ces alcools n'avaient jamais été isolés. Ils sont tous insolubles dans l'eau, facilement solubles dans l'alcool ou l'éther. Ils sont tertiaires et, par suite, ils n'ont qu'une stabilité très médiocre et tendent à se détruire en eau et *carbures éthyléniques* correspondants. Nous avons préparé ces derniers en traitant par le chlorure de zinc anhydre les divers alcools vers 160°. On arrive ainsi à des carbures, tous liquides mobiles, d'odeur aromatique non camphrée, sur la constitution desquels nous ne sommes pas encore fixés, l'élimination de l'hydrogène entraîné par l'oxhydrile pouvant avoir lieu aux dépens du noyau cyclohexanique qui portait l'oxhydrile, ou bien du résidu R voisin. Nous aurons l'occasion de revenir sur ce point.

» Voici les données physiques qui caractérisent ces carbures :

Carbure issu du	T sous 760^{mm}.	d_0^0.
Méthylcyclohexanol	108°	0,827
Éthylcyclohexanol	134	»
Propylcyclohexanol	154	»
Isoamylcyclohexanol	194	0,856

Carbure issu du	T sous 20^{mm}.	d_0^0.
Phénylcyclohexanol	133°	1,004
Paracrésylcyclohexanol	142	0,981
Benzylcyclohexanol	138	0,983
Cyclohexylcyclohexanol	124	0,923

» Le carbure issu du phénylcyclohexanol est un peu plus lourd que l'eau à 0°, mais il est plus léger à la température ordinaire.

» Cette tendance à donner le carbure éthylénique se manifeste quand on essaie de former les *éthers acétiques* par l'action directe sur l'alcool à chaud de l'anhydride acétique. Nous avons pu néanmoins obtenir ces éthers pour le méthylcyclohexanol$_{1,1}$ et pour l'éthylcyclohexanol$_{1,1}$: ce sont des liquides d'odeur de pomme cuite, bouillant respectivement sous 760^{mm} à 176° et 190°. Leur formation est toujours accompagnée d'une séparation importante de carbure éthylénique. C'est ce dernier qui prend naissance à peu près exclusivement quand on chauffe les autres alcools avec de l'anhydride acétique : il est généralement accompagné de carbures très condensés.

» Le même effet a lieu quand on tente de préparer les *phényluréthanes* de ces divers alcools par l'action directe de doses équivalentes d'isocyanate

de phényle, agissant à température modérée. Nous avons pu arriver au dérivé du méthylcyclohexanol

$$C^5H^{10} = \underset{\displaystyle CH^3}{\underset{|}{C}} - O - CO - NHC^6H^5$$

qui se présente en aiguilles brillantes fondant à 105°, et, de même, au phényluréthane de l'éthylcyclohexanol, qui est en aiguilles fondant à 83°.

» Dans tous les autres cas, il y a dédoublement en carbure éthylénique et eau qui réagit sur l'isocyanate de phényle pour donner de la diphénylurée, cristaux fondant à 236°.

» L'application des méthodes de M. Grignard au chlorocyclohexane nous a permis d'obtenir d'autres séries d'alcools nouveaux qui feront l'objet de prochaines Communications. »

NOMINATIONS.

L'Académie procède, par la voie du scrutin, à la nomination de diverses Commissions.

Le dépouillement du scrutin donne les résultats suivants :

Commission chargée de présenter une question de Grand Prix des Sciences mathématiques (Prix du Budget) pour l'année 1906. — MM. Poincaré, Émile Picard, Appell, Jordan, Darboux, Painlevé, Humbert.

Commission chargée de présenter une question de prix Bordin (Sciences mathématiques) pour l'année 1906. — MM. Poincaré, Émile Picard, Darboux, Jordan, Appell, Painlevé, Humbert.

Commission chargée de présenter une question de prix Gay (Géographie physique) pour l'année 1906. — MM. Grandidier, Bouquet de la Grye, de Lapparent, Hatt, Guyou, Bassot, Bertin.

Commission chargée de présenter une question de prix Vaillant (Prix général) pour l'année 1906. — MM. Berthelot, Gaudry, Mascart, Darboux, Troost, Poincaré, Moissan.

MÉMOIRES PRÉSENTÉS.

HYDROGRAPHIE. — *Les missions hydrographiques des côtes de France, de 1901 à 1903.* Mémoire de M. **Laporte**, présenté par M. Bouquet de la Grye. (Extrait par l'auteur.)

(Renvoi au concours du prix extraordinaire de la Marine.)

« Les trois campagnes hydrographiques que nous avons été chargé de diriger en 1901-1902-1903 nous ont amené à refaire entièrement la triangulation des côtes de Bretagne, de Brest à la Loire.

» *Triangulation.* — La triangulation antérieure due à Daussy et commencée avant les grands travaux de l'État-Major de la Guerre s'appuyait sur une base erronée. La plupart des sommets de cette triangulation avaient disparu ; et il était très difficile, parfois même, comme dans la région des Glénans, impossible d'y rattacher les nombreux et importants amers construits depuis lors, en particulier les phares qui, presque tous, sont postérieurs à la grande reconnaissance hydrographique de Beautemps-Beaupré.

» Vers 1865, MM. Bouquet de la Grye, à l'embouchure de la Loire, Estignard, aux abords de Brest, ont adopté, pour les revisions dont ils étaient chargés, des bases nouvelles rattachées rigoureusement aux côtés de la triangulation de l'État-Major ; ces bases ont servi à l'établissement des nouvelles cartes de ces régions, tandis que les cartes intermédiaires continuaient à dépendre de la base de Daussy.

» Nous avons conservé les deux bases ainsi adoptées pour les abords de Brest et pour la Loire et nous avons établi, en partant de ces bases, deux grandes chaînes de triangles qui se raccordent dans la région de Lorient. Nous verrons plus loin comment s'est effectué le raccord.

» Toutes les stations ont été faites avec le cercle azimutal de Brunner construit sur les indications de M. Bouquet de la Grye et muni d'un double fil mobile pour les pointés des signaux.

» Le nombre des réitérations en chaque station a varié de 8 à 16. Chaque série comprenait cinq pointés au fil mobile. Chaque lecture de microscopes se composait de deux pointés sur le trait de gauche et de deux sur le trait de droite. On alternait les positions de la lunette de deux en deux séries.

» On a tenu compte de la tare des microscopes, déterminée pour chaque campagne par des observations du limbe. Pour le calcul des angles définitifs qui entrent dans la

formation de chaque triangle, on s'est servi uniquement des moyennes brutes; on n'a donné des poids aux observations que pour le calcul des compensations.

» *Le résultat a été le suivant:* De Brest à la Loire nous avons 30 triangles principaux; 27 de ces triangles ont des erreurs de fermeture inférieures à 3″,0. Trois seulement ont des erreurs dépassant légèrement cette limite. De Brest à Lorient l'erreur moyenne de fermeture est de 0″,7.

» Elle est de 1″,8 de Lorient à la Loire. L'erreur moyenne de fermeture pour l'ensemble du réseau est de 1″,4.

» Les deux chaînes se raccordent sur le côté: Lorient (tour du Port) — S[t] d'Enfer (Groix). Nous avons calculé ce côté avec chacune des deux bases de départ. Nous avons trouvé :

	Longueurs.	Gisements sur l'horizon de Crozon.
En venant de Brest..........	15102^{m},46	209°40′40″,1
En venant de la Loire........	15102^{m},38	209°40′42″,0
Différence..................	0^{m},08	1″,9

» *Points secondaires.* — En dehors des sommets de la chaîne principale des triangles nous avons déterminé, par les recoupements des stations principales ou par des stations au théodolite à microscopes, un très grand nombre d'amers de toutes sortes, phares, clochers, balises, etc.

» *Sondes.* — Les travaux hydrographiques qui s'appuient sur cette triangulation comprennent:

» 1° Le levé du Raz de Sein, commencé en 1900 par M. Renaud, avec les passes et mouillages de l'île de Sein, les passes de la pointe du Raz, la passe d'Ar-Men, etc.;

» 2° Les abords de la chaussée de Sein jusqu'au delà de la ligne des fonds de 100^{m};

» 3° Des sondes d'atterrissage au large de l'Iroise, complément des sondes faites en 1897 par M. Renaud;

» Ce travail et le précédent sont destinés à assurer l'entrée de Brest, en temps de brume, au moyen de la sonde combinée avec l'examen des natures de fond;

» 4° Le levé détaillé de la partie sud de la baie de Douarnenez, du port de ce nom à la pointe du Raz;

» 5° Le levé détaillé de l'archipel des Glénans devenu un des centres de croisière les plus fréquentés des défenses mobiles de Lorient et de Brest;

» 6° Le levé des mouillages de Loctudy et de Benodet et de leurs abords depuis la pointe de Lesconil jusqu'à celle de Mousterlin;

» 7° Reconnaissance détaillée de la chaussée du rocher de Mousterlin en vue du passage des torpilles;

» 8° Levé complet de l'embouchure de la Loire en vue des travaux projetés pour assurer l'accès de Nantes aux navires de 8^{m} de tirant d'eau.

» *Roches.* — Outre ces levés généraux, on a procédé partout aux recherches méthodiques de roches. Nous avons exploré à nouveau la plupart des roches anciennement connues pour mieux préciser leurs positions et leurs brassiages, et nous nous sommes livré à des explorations analogues partout où les sondes générales nous indiquaient des ressauts de fonds. Grâce à ces recherches méthodiques, nous avons découvert, en particulier au Raz de Sein et aux Glénans, plus d'une centaine de roches nouvelles, dont beaucoup étaient inconnues même des pêcheurs et des pilotes, et dont plusieurs étaient situées dans des passes fréquentées, comme celle des plus dangereuses que nous avons trouvée dans la passe d'Ar-Men, juste sur la route définie par les écoles de pilotage. Toutes ces roches ont été signalées aussitôt à l'autorité maritime par des Avis aux navigateurs. »

M. **Henri Micheels** adresse une réclamation de priorité à propos d'une Note de M. *C.-L. Gatin*, du 29 février 1904, « Sur les phénomènes morphologiques de la germination et sur la structure de la plantule chez les Palmiers ».

Cette réclamation est accompagnée d'un Mémoire de M. Micheels, intitulé : « Recherches sur les jeunes Palmiers », qui a été publié, en 1889, par l'Académie royale de Belgique, dans le Tome LI du *Recueil de ses Mémoires couronnés* et *Mémoires des Savants étrangers*.

(Renvoi à l'examen de M. Gaston Bonnier.)

M. **A.-I. Stodolkiewitz** soumet au jugement de l'Académie un Mémoire ayant pour titre : « Éléments de calculs exponentiels et de calculs inverses ».

(Commissaires : MM. Poincaré, Appell.)

CORRESPONDANCE.

M. **Yves Delage** présente à l'Académie deux Ouvrages ayant pour titres :

1° « Traité de Zoologie concrète, par MM. *Yves Delage* et *Edgard Herouard*. Leçons professées à la Sorbonne, Tome III : Les Échinodermes, avec 53 planches en couleur et 565 figures dans le texte ».

2° « L'année biologique. Comptes rendus annuels des travaux de Biologie générale, publiés sous la direction de M. *Yves Delage*, 7e année, 1902 ».

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur les fondements d'une théorie systématique des fonctions sphériques.* Note de M. **Niels Nielsen**, présentée par M. Émile Picard.

« L'introduction historique des fonctions sphériques de la première espèce comme les coefficients d'une certaine série infinie est peu naturelle, parce qu'il faut introduire en outre les fonctions de seconde espèce pour pouvoir donner une théorie complète des fonctions en question.

» Or, il est possible de développer une théorie systématique des fonctions sphériques en suivant une méthode analogue à celle que j'ai appliquée dans mon *Traité des fonctions cylindriques* [1]. A cet égard nous définissons la fonction sphérique $K^{\nu,n}(x)$ de l'argument x, de l'indice n et du paramètre ν comme la solution la plus générale de ces deux équations fonctionnelles

$$(1)\quad (1-x^2)D_x K^{\nu,n}(x) = (n+2\nu)x K^{\nu,n}(x) - (n+1) K^{\nu,n+1}(x),$$
$$(2)\quad 2(n+\nu)x K^{\nu,n}(x) = (n+1) K^{\nu,n+1}(x) + (n-1+2\nu) K^{\nu,n-1}(x);$$

nous supposons toujours que n soit un entier non négatif; mais il est évident que la résolution suivante des deux équations susdites est applicable pour une valeur quelconque de n.

» Ajoutons les équations (1) et (2), nous aurons évidemment

$$(3)\quad (1-x^2)D_x K^{\nu,n}(x) = -nx K^{\nu,n}(x) + (n-1+2\nu) K^{\nu,n-1}(x),$$

équation qui peut remplacer chacune des équations originelles (1) et (2).

» Pour déterminer ensuite la fonction sphérique la plus générale, considérons tout d'abord le cas particulier où $K^{\nu,n}(x)$ est supposée analytique quand on la regarde comme fonction de x, hypothèse qui nous permet de différentier par rapport à x l'équation (1), ce qui nous conduira, en vertu de (3), à ce cas particulier de l'équation de Gauss

$$(4)\quad (1-x^2)D_x^2 K^{\nu,n}(x) - (1+2\nu)x D_x K^{\nu,n}(x) + n(n+2\nu) K^{\nu,n}(x) = 0;$$

c'est-à-dire que notre cas particulier des fonctions sphériques n'a, dans toute l'étendue du plan des x, que ces trois points singuliers : $x = +1$, $x = 1$ et $x = \infty$.

(1) *Handbuch der Theorie der Cylinderfunktionen*; Leipzig, 1904.

» Supposons d'abord $|x| < 1$, nous obtenons ces deux intégrales particulières de (4) :

$$(5)\qquad \begin{cases} y_1 = F\left(-\frac{n}{2}, \frac{n}{2}+\nu, \frac{1}{2}, x^2\right), \\ y_2 = x.F\left(\frac{1-n}{2}, \frac{n+1}{2}+\nu, \frac{3}{2}, x^2\right), \end{cases}$$

où $F(\alpha, \beta, \gamma, x)$ désigne la série hypergéométrique ordinaire.

» Supposons ensuite $|x| > 1$, nous aurons, en vertu de (4), pour la fonction $z = K^{\nu,n}\left(\frac{1}{x}\right)$, cette équation différentielle :

$$(4\,bis)\qquad x^2(1-x^2)z^{(2)} + (1-2\nu-2x^2)xz^{(1)} - n(n+2\nu)z = 0,$$

équation qui admet comme intégrales particulières ces deux séries hypergéométriques :

$$(5\,bis)\qquad \begin{cases} z_1 = x^{-n}.F\left(\frac{1-n}{2}, -\frac{n}{2}, 1-n-\nu, x^2\right), \\ z_2 = x^{n+2\nu}.F\left(\frac{n+1}{2}+\nu, \frac{n}{2}+\nu, 1+n+\nu, x^2\right). \end{cases}$$

» Cela posé, il nous reste encore à déterminer, à l'aide de ces intégrales particulières, la fonction sphérique susdite qui est fonction analytique de x. Dans le premier cas, où $|x| < 1$, il faut évidemment considérer une combinaison linéaire des deux intégrales particulières y_1 et y_2, savoir

$$A(\nu, n)y_1 + B(\nu, n)y_2;$$

un simple calcul montrera que cette fonction satisfait à (1) et (3) à la fois, pourvu que nous posions

$$A(\nu, n) = \frac{\Gamma\left(\frac{n}{2}+\nu\right)}{\Gamma\left(\frac{n}{2}+1\right)}\omega(\nu, n), \qquad B(\nu, n) = \frac{2.\Gamma\left(\frac{n+1}{2}+\nu\right)}{\Gamma\left(\frac{n+1}{2}\right)}\omega(\nu, n+1),$$

où $\omega(\nu, n)$ désigne une fonction qui est assujettie à satisfaire à cette condition de périodicité :

$$\omega(\nu, n+2) = -\omega(\nu, n),$$

mais étant du reste complètement arbitraire.

» Cela posé, il est évident que nous obtenons ces deux fonctions sphé-

riques très simples et indépendantes entre elles :

$$(6)\quad \begin{cases} P_1^{\nu,n}(x) = \dfrac{\Gamma\left(\dfrac{n}{2}+\nu\right)\cos\dfrac{n\pi}{2}}{\Gamma(\nu)\Gamma\left(\dfrac{n}{2}+1\right)}y_1 + \dfrac{2.\Gamma\left(\dfrac{n+1}{2}+\nu\right)\sin\dfrac{n\pi}{2}}{\Gamma(\nu)\Gamma\left(\dfrac{n+1}{2}\right)}y_2, \\ Q_1^{\nu,n}(x) = -\dfrac{2^{2\nu}\sqrt{\pi}.\Gamma\left(\dfrac{n}{2}+\nu\right)\sin\dfrac{n\pi}{2}}{\Gamma\left(\dfrac{n}{2}+1\right)}y_1 + \dfrac{2^{2\nu+1}\sqrt{\pi}.\Gamma\left(\dfrac{n+1}{2}+\nu\right)\cos\dfrac{n\pi}{2}}{\Gamma\left(\dfrac{n+1}{2}\right)}y_2. \end{cases}$$

» Dans le second cas, où $|x| > 1$, nous aurons de la même manière ces deux fonctions sphériques particulières :

$$(6\ bis)\quad \begin{cases} P^{\nu,n}(x) = \dfrac{\Gamma(n+\nu).(2x)^n}{n!\,\Gamma(\nu)} F\left(\dfrac{1-n}{2}, -\dfrac{n}{2}, 1-\nu-n, \dfrac{1}{x^2}\right), \\ Q^{\nu,n}(x) = \dfrac{\sqrt{\pi}.\Gamma(n+2\nu).x^{-n-2\nu}}{2^{n-1}\Gamma(n+1+\nu)} F\left(\dfrac{n+1}{2}+\nu, \dfrac{n}{2}+\nu, 1+n+\nu, \dfrac{1}{x^2}\right); \end{cases}$$

nous montrons en effet que les deux définitions données pour $P^{\nu,n}(x)$ coïncident, pourvu que n soit un entier non négatif.

» Après avoir déterminé ces fonctions sphériques particulières, il reste à résoudre complètement les deux équations fonctionnelles (1) et (2) et à donner ensuite pour la fonction $Q^{\nu,n}(x)$ une expression analytique qui est applicable dans toute l'étendue du plan des x à l'exception des trois points singuliers $x = +1$, $x = -1$ et $x = \infty$. Quant à $P^{\nu,n}(x)$, elle est un polynome entier du degré n de x et, par conséquent, complètement définie. »

MÉCANIQUE. — *Sur le rendement du joint universel.* Note de M. L. **Lecornu**, présentée par M. Léauté.

« La théorie cinématique du joint universel, appelé aussi *joint de Cardan*, est connue depuis longtemps; mais je ne crois pas qu'on ait cherché à évaluer son rendement. La question présente cependant un certain intérêt, en raison des applications récentes de cet appareil dans l'automobilisme et dans le train Renard. Je me bornerai ici au cas où les rayons r des tourillons sont très petits par rapport à leur distance R au centre du joint et je supposerai les mouvements assez lents pour que l'influence des forces d'inertie soit négligeable.

» Prenons provisoirement R comme unité de longueur et soit A l'angle

aigu des deux arbres. On sait que le mouvement se ramène à celui du côté BC d'un triangle sphérique ABC, dans lequel l'angle A est formé par deux grands cercles fixes et $BC = \frac{\pi}{2}$. En réalité, des petits cercles de rayon r, ayant leurs centres en B et C et figurant les tourillons, glissent dans des coussinets dont chacun est relié invariablement à l'un des arbres. Il y a même quatre tourillons, situés aux quatre extrémités du croisillon qui constitue le joint; mais tout se passe comme si, le centre du joint étant maintenu fixe, chaque bras portait un seul tourillon.

» Au contact d'un tourillon avec son coussinet se développe une force F, tangente à la sphère et formant avec la normale à la surface cylindrique de contact un angle égal à l'angle de frottement φ. Si l'on considère les forces F, F' appliquées aux deux tourillons B et C, elles doivent avoir, par rapport au centre, des moments égaux et contraires, ce qui exige qu'elles soient égales et tangentes à un même grand cercle (peu différent de BC). Les glissements relatifs aux deux points de contact étant $r\,dB$ et $r\,dC$, le travail élémentaire absorbé par le frottement est $T_f = Fr\sin\varphi(dB + dC)$.

» Supposons que l'arbre sur lequel s'exerce la résistance soit celui qui porte le coussinet B et que le moment M de cette résistance soit constant par rapport à l'axe de l'arbre. En tenant compte de la première puissance de r, on obtient la relation $M = F\cos(B - r\sin\varphi)$. Comme l'expression de T_f renferme déjà r en facteur, on peut, en négligeant r^2, y remplacer F par $\frac{M}{\cos B}$, d'où $T_f = \frac{Mr\sin\varphi}{\cos B}(dB + dC)$.

» D'ailleurs, le triangle rectangle supplémentaire de ABC fournit la relation $\cos B\cos C = -\cos A$, d'où

$$T_f = Mr\sin\varphi\left(\frac{dB}{\cos B} - \frac{\cos C\,dC}{\cos A}\right).$$

» Intégrons pour un quart de tour, pendant lequel B varie de o à A et C de $\pi - A$ à π. La valeur correspondante du travail utile est $T_u = \frac{\pi}{2}M$. Formons le rapport $\frac{T_f}{T_u}$ et rétablissons en outre $\frac{r}{R}$ à la place de r. Il vient

$$\frac{T_f}{T_u} = \frac{2r\sin\varphi}{\pi R}\left[\operatorname{tang} A + \log\operatorname{tang}\left(\frac{\pi}{4} + \frac{A}{2}\right)\right].$$

On voit que ce rapport augmente indéfiniment quand A tend vers $\frac{\pi}{2}$.

» Pour le quart de tour suivant, on peut substituer au point B le point

diamétralement opposé sur la sphère, de manière à conserver l'angle aigu A. Alors l'angle B varie de $\pi - A$ à π et l'angle C de o à A. La valeur absolue de T_f n'est pas changée. Après le demi-tour ainsi effectué, on se retrouve dans les conditions initiales. Finalement, on voit que la valeur précédente de $\frac{T_f}{T_u}$ subsiste pour un tour complet.

» Comme le travail moteur est $T_u + T_f$, le rendement ρ est

$$\frac{T_u}{T_u + T_f} = 1 - \frac{T_f}{T_u + T_f}.$$

On peut donc, tant que T_f est petit vis-à-vis de T_u, ce qui arrive pour les faibles valeurs de A, admettre que la valeur de ρ est $1 - \frac{T_f}{T_u}$, d'où

$$\rho = 1 - \frac{2r \sin\varphi}{\pi R}\left[\operatorname{tang} A + \log \operatorname{tang}\left(\frac{\pi}{4} + \frac{A}{2}\right)\right].$$

» Le résultat se simplifie quand A est assez petit pour qu'on puisse négliger les puissances de cet angle supérieures à la seconde. Si l'on développe, dans ces conditions, la quantité entre parenthèses, elle se réduit à 2A et l'on a par suite

$$\rho = 1 - \frac{4 A r \sin\varphi}{\pi R},$$

avec une erreur de l'ordre de A^3. »

PHYSIQUE. — *Sur l'émission simultanée des rayons* N *et* N_1.
Note de M. **Jean Becquerel**, présentée par M. H. Becquerel.

« Dans une Note récente [1] j'ai montré que les changements de visibilité d'une petite surface phosphorescente, sous l'action des rayons N, sont dus à une émission secondaire par cette surface d'un rayonnement qui accompagne les rayons lumineux jusque sur la rétine et y produit une variation de sensibilité de la vision. J'ai d'ailleurs reconnu depuis que l'augmentation de visibilité d'une petite flamme placée dans un faisceau de rayons N est due au même phénomène.

» On sait également que, lorsqu'on soumet aux rayons N une surface phosphorescente, la visibilité de cette surface augmente si on la regarde

---

(1) *Comptes rendus*, 16 mai 1904.

normalement, mais diminue si on l'observe *tangentiellement*. Ces variations d'aspect n'étant pas dues à un changement dans l'émission des rayons lumineux émis, on pouvait en conclure que, sous l'action de rayons N, la surface phosphorescente émettait *normalement des rayons* N et *tangentiellement des rayons* N_1. M. Blondlot m'a suggéré l'idée que ce phénomène pouvait être plus général et l'expérience a entièrement confirmé cette manière de voir.

» Si l'on expose au soleil ou à une autre source de rayons N une brique, une lame de quartz ou tout autre corps susceptible d'emmagasiner des rayons N, on constate que la face insolée émet normalement des rayons N et obliquement des rayons N_1 : en effet, un écran détecteur formé d'une tache ou d'une croix de sulfure de calcium regardé normalement devient plus visible au-dessus de la surface insolée et diminue de netteté lorsqu'on le place dans le prolongement de cette surface, en ayant soin de le protéger contre le rayonnement des autres faces. Si l'écran est regardé obliquement il présente les aspects inverses. Lorsque la surface radiante a été exposée à une source de rayons N_1, on constate de la même façon qu'elle émet normalement des rayons N_1 et tangentiellement des rayons N. Les sources primaires et les sources secondaires telles que l'écran détecteur se comportent donc de même au point de vue du rayonnement.

» Il est important de rapprocher de ces observations les faits suivants. Il résulte de toutes les expériences que les corps comprimés émettent des rayons N et les corps étirés des rayons N_1 ; or, si l'on comprime un prisme ou un cylindre dans le sens des arêtes, il se produit un étirement dans le sens perpendiculaire ; il n'est donc pas surprenant, ainsi que je l'ai constaté, de voir apparaître normalement aux bases des rayons N qui se produisent dans la compression, et tangentiellement des rayons N_1 qui prennent naissance dans l'étirement. Nous résumerons alors de la façon suivante les actions produites par les rayons N et N_1 :

» *Les rayons issus de la compression d'un corps (rayons* N*) jouissent de la propriété d'augmenter la sensibilité de la vision et produisent, sur une surface susceptible de les emmagasiner, le même effet, au point de vue du rayonnement, qu'une compression normale à cette surface.*

» *Les rayons issus de l'étirement d'un corps (rayons* N_1*) jouissent de la propriété de diminuer la sensibilité de la vision et produisent sur une surface susceptible de les emmagasiner le même effet qu'un étirement normal à cette surface.*

» Il semble possible de chercher l'origine des rayons N et N_1 dans les

mouvements moléculaires qui se produisent dans tous les corps en état de déformation ou de transformation moléculaire. Ces rayons seraient dus à des mouvements vibratoires des molécules cherchant à atteindre une nouvelle position d'équilibre. Dans les parties comprimées il se produirait des rayons N et les rayons N_1 prendraient naissance dans les parties étirées.

» Ces considérations m'ont conduit à examiner si les longueurs d'onde, mesurées par M. Blondlot dans le faisceau émis par une lampe Nernst et dispersé par un prisme d'aluminium, ne présenteraient pas entre elles des rapports simples, comme les longueurs d'onde des mouvements produits par les corps vibrants.

» Les Tableaux suivants, qui comprennent *la totalité des faisceaux* observés par M. Blondlot, montrent que les longueurs d'onde peuvent se grouper en deux séries :

» Dans la première série en prenant $2^{\mu\mu},9$ au lieu de $3^{\mu\mu}$, pour la longueur d'onde du premier faisceau, on constate qu'en multipliant $2^{\mu\mu},9$ par les six premiers nombres entiers on retrouve, aux erreurs d'expérience près, les longueurs d'onde des autres rayons :

Longueurs d'onde mesurées par M. Blondlot.	Longueurs d'onde multiples de $2^{\mu\mu},9$.
$\mu\mu$	$\mu\mu$
3 (N_1)	2,9
5,6 (N_1)	5,8
8,3	8,7
11,7	11,6
14,6	14,5
17,6	17,4

» Dans la seconde série, en prenant $4^{\mu\mu},9$ au lieu de $4^{\mu\mu},8$ et multipliant par les rapports simples $\frac{4}{3}$, $\frac{3}{2}$, $\frac{5}{3}$ et 2, on obtient les autres longueurs d'onde :

Longueurs d'onde mesurées par M. Blondlot.	Longueurs d'onde calculées.
$\mu\mu$	$\mu\mu$
4,8	4,9
6,7	6,5
7,4 (N_1)	7,35
8,15	8,16
9,9	9,8

» Peut-être même les deux séries se réunissent-elles, car le premier

chiffre de la seconde (4,8) est sensiblement le tiers du cinquième chiffre (14,5) de la première série.

» Les considérations qui précèdent montrent que les rayons N et les rayons N_1 qui, une fois sortis de leur source, semblent être de même nature au point de vue des propriétés optiques (réflexion, réfraction, diffraction), mais qui proviennent, les premiers d'une compression, les seconds d'une dilatation, peuvent garder en quelque sorte le souvenir de leur origine pour produire des effets inverses sur les surfaces qui les emmagasinent, ou sur la sensibilité de nos sens. Il semble que l'effet mécanique qui a donné naissance à l'émission de la source se transmette avec le rayonnement sur la surface qui le reçoit. »

PHYSIQUE. — *Action des anesthésiques sur les sources de rayons* N_1. Note de M. **Julien Meyer**, présentée par M. Mascart.

« M. Jean Becquerel [1] a découvert qu'une source de rayons N soumise à l'action de vapeurs de chloroforme ou d'éther cesse d'émettre de tels rayons. Or l'éther et le chloroforme émettent des rayons N_1, leur vapeur en émet également quoique à un degré beaucoup plus faible. Cette émission de rayons N_1 par la vapeur de chloroforme produisant sur un écran à sulfure un effet de même sens que celui que provoque la disparition des rayons N, peut masquer, dans une certaine mesure, son effet anesthésique. En fait, M. Jean Becquerel a constaté que, dans les conditions expérimentales où il s'est placé, cette émission de rayons N_1 par la vapeur de chloroforme est négligeable.

» Il y a toutefois un cas où cette émission propre à la vapeur ne peut gêner en rien l'observation de son effet anesthésique ; c'est celui où la source que l'on soumet à son action est une source de rayons N_1 et non de rayons N.

» Si en effet l'on constate qu'une telle source mise en contact avec la vapeur de chloroforme cesse d'émettre des rayons N_1, on ne peut attribuer ce fait qu'à un effet anesthésique, puisque la vapeur de chloroforme agissant comme source de rayons N_1 produirait une action de sens contraire.

» Pour réaliser l'expérience, j'ai employé le dispositif suivant : un manchon de verre de 25^{cm} de longueur, de 5^{cm} de diamètre, est fermé à ses deux extrémités par des

(1) *Comptes rendus*, t. CXXXVIII, 9 mai 1904, p. 1159.

bouchons traversés par deux tubes de verre qui permettent de faire passer à l'intérieur du manchon un courant d'air chargé de vapeur de chloroforme.

» Un fil fin de cuivre fixé par sa partie supérieure traverse le manchon suivant son axe et peut être tendu.

» Le manchon est placé devant une fente de 5^{cm} de hauteur et de 2^{mm} de largeur pratiquée dans un écran de plomb oxydé. Une fente très étroite percée dans un morceau de carton et remplie de sulfure de calcium est employée comme écran sensible, on la place en regard de la fente précédente à environ 1^{m} de distance.

» 1° A l'aide d'une trompe, on fait passer dans le manchon un courant d'air pur. Quand on tend le fil, on voit la phosphorescence de l'écran diminuer. Le fil émet donc bien dans ces conditions des rayons N_1 comme M. Blondlot (¹) l'a signalé.

» 2° On fait passer dans le manchon de l'air chargé de vapeurs de chloroforme. La phosphorescence diminue légèrement par suite de l'effet des rayons N_1 émis par ces vapeurs elles-mêmes. Si l'on tend alors le fil de cuivre, on ne voit plus aucune diminution d'éclat de l'écran. Le fil tendu, qui émettait des rayons N_1 dans l'air pur, n'en émet donc plus dans l'air chargé de vapeurs de chloroforme.

» Il suffit d'ailleurs, pour produire le phénomène, de faire passer dans le manchon quelques bulles d'air ayant barboté dans du chloroforme.

» 3° Si l'on chasse les vapeurs du chloroforme par un courant d'air, on voit l'éclat de l'écran augmenter légèrement et l'on constate que le fil tendu émet de nouveau des rayons N_1.

» J'ai signalé récemment (²) une autre source très puissante de rayons N_1 constituée par une ampoule de lampe à incandescence. Pour soumettre cette source à l'action des vapeurs de chloroforme, je l'ai suspendue au centre d'un flacon à large goulot, fermé par un bouchon.

» Si l'on fait passer dans le flacon un courant d'air pur, l'ampoule émet des rayons N_1. Si le courant d'air est chargé de vapeurs de chloroforme cette émission cesse.

» J'ai fait la même expérience avec des rayons N_1, obtenus en étirant le doigt, mais qui ne paraissent pas toutefois d'origine physiologique. L'écran à taches de sulfure, enfermé dans un flacon de verre, est ainsi soustrait à l'action directe des vapeurs de chloroforme. Un doigt étiré diminue la phosphorescence de l'écran. Si l'on place le doigt au-dessus de la partie supérieure d'un vase, au fond duquel on a versé quelques gouttes de chloroforme, il n'agit plus aucunement sur l'écran quand on l'étire. L'expé-

(¹) *Comptes rendus*, t. CXXXVIII, 29 février 1904, p. 545.

(²) *Comptes rendus*, t. CXXXVIII, 11 avril 1904, p. 896.

rience réussit pourvu que le vase contienne suffisamment de vapeur de chloroforme pour qu'on en perçoive l'odeur.

» Ces expériences montrent bien que, comme les sources de rayons N, les sources de rayons N_1 subissent l'action des anesthésiques.

» Le dispositif utilisé dans la première expérience permet de répéter très simplement l'expérience de M. Jean Becquerel relative à l'effet des anesthésiques sur l'émission des rayons N. Il suffit de remplacer le fil de cuivre par une tige d'acier trempé qui est une source de rayons N.

» Quand on fait passer un courant d'air pur à l'intérieur du manchon, l'éclat de l'écran demeure invariable; il diminue dès qu'on y fait arriver un courant d'air chargé de vapeurs de chloroforme. »

PHOTOGRAPHIE. — *Sur une nouvelle méthode d'obtention de photographies en couleurs.* Note de MM. **Auguste** et **Louis Lumière**, présentée par M. Mascart.

« La méthode qui fait l'objet de la présente Communication est basée sur l'emploi de particules colorées déposées en couche unique sur une lame de verre, puis recouvertes d'un vernis convenable et enfin d'une couche d'émulsion sensible. On expose par le dos la plaque ainsi préparée, on développe et l'on inverse l'image qui présente alors, par transparence, les couleurs de l'original photographié.

» Les difficultés que nous avons rencontrées dans l'étude de cette méthode sont nombreuses, mais les résultats qui accompagnent cette Note prouvent qu'elles ne sont pas insurmontables.

» Les détails de la préparation sont les suivants :

» On sépare de la fécule de pomme de terre les particules ayant de quinze à vingt millièmes de millimètre, puis on forme trois lots de ces particules que l'on teint respectivement en rouge orangé, vert et violet.

» Les poudres colorées ainsi obtenues sont mélangées après dessiccation complète, en proportions convenables, puis on étale ce mélange, à l'aide d'un blaireau, sur une lame de verre préalablement recouverte d'un enduit poisseux. En opérant avec soin, on arrive à constituer une surface très uniforme ne présentant qu'une seule couche de grains se touchant tous sans aucune superposition. On obture ensuite, par le même procédé de saupoudrage, les interstices qui laisseraient passer de la lumière blanche, à l'aide d'une poudre noire très fine, du charbon de bois pulvérisé, par exemple.

» On a ainsi constitué un écran coloré dans lequel chaque millimètre carré de surface représente deux à trois mille petits écrans élémentaires, orangés, verts et

violets. On recouvre la surface ainsi obtenue d'une couche d'un vernis aussi mince et aussi imperméable que possible et possédant, en outre, un indice de réfraction voisin de celui des grains de fécule, puis on coule finalement sur ce vernis une couche mince d'émulsion sensible panchromatique au gélatinobromure d'argent.

» On expose la plaque, à la manière ordinaire, dans un appareil photographique en prenant, toutefois, la précaution de la retourner de façon que les faisceaux lumineux venant de l'objectif traversent les particules colorées avant d'atteindre la couche sensible.

» Le développement s'effectue comme s'il s'agissait d'un phototype ordinaire; mais, si l'on se contente de fixer la plaque à l'hyposulfite de soude, on obtient un négatif présentant, par transparence, les couleurs complémentaires de celles de l'objet photographié. Pour rétablir l'ordre des couleurs, il suffit, après développement, d'inverser l'image en dissolvant l'argent réduit par cette opération, puis, sans fixer, de développer ensuite le bromure d'argent non influencé par la lumière lors de l'exposition dans la chambre noire.

» On obtient ainsi, par des manipulations à peine plus compliquées que les manipulations usuelles, des représentations colorées des sujets photographiés, et l'examen direct aussi bien que microscopique des images qui accompagnent cette Note montre, croyons-nous, que cette méthode peut conduire, par la suite, à des résultats pratiques. »

PHYSIQUE. — *Sur un nouveau régulateur du vide des ampoules de Crookes.* Note de M. **Krouchkoll**, présentée par M. Lippmann.

« Bunsen a étudié, dans plusieurs séries d'expériences ([1]), l'attraction capillaire que la surface du verre exerce sur les gaz et il a montré que l'on pouvait augmenter l'étendue de la surface absorbante d'un récipient en verre en y introduisant des filaments de verre, comme ceux qui sont employés pour le tissage des étoffes en verre. J'ai eu l'idée d'appliquer ce fait au réglage du vide des tubes de Crookes.

» On soude à l'ampoule un tube communiquant avec elle et contenant une certaine quantité de coton de verre, et lorsque, par suite du fonctionnement de l'ampoule, celle-ci devient dure, il suffit de chauffer le tube contenant le coton de verre pour diminuer le vide de l'ampoule et la rendre moins résistante. Le tube, avec le coton de verre, constitue ainsi un réservoir de gaz à côté de l'ampoule vide.

([1]) Voir *Wiedemann's Annalen,* t. XX, 1883, p. 545, et t. XXIV, 1885, p. 321.

» Ce régulateur présente l'avantage d'être d'une construction très facile; il fournit, en outre, un réglage pour ainsi dire automatique. Lorsque l'anticathode s'échauffe, la chaleur dégagée dans l'ampoule suffit à faire dégager un peu de gaz du coton de verre et à maintenir l'état du tube invariable pendant une durée très grande. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Aldéhydes acétyléniques. Nouvelle méthode de préparation; action de l'hydroxylamine.* Note de MM. **Ch. Moureu** et **R. Delange**, présentée par M. H. Moissan.

« 1. Nous avons fait connaître dernièrement un procédé de synthèse d'aldéhydes à fonction acétylénique $R - C \equiv C - CHO$, qui consiste à traiter les carbures acétyléniques sodés $R - C \equiv CNa$ par les éthers formiques, et à décomposer par l'eau le produit de condensation ainsi formé ([1]). La réaction revient, en dernière analyse, à l'élimination de 1^{mol} d'alcool entre l'hydrocarbure et l'éther formique :

$$\underbrace{R - C \equiv C\,H}_{\text{Hydrocarbure.}} + \underbrace{OC^2H^5 - C\begin{smallmatrix} / H \\ \backslash\!\backslash O \end{smallmatrix}}_{\text{Formiate d'éthyle.}} = \underbrace{R - C \equiv C - C\begin{smallmatrix} / H \\ \backslash\!\backslash O \end{smallmatrix}}_{\text{Aldéhyde acétylénique.}} + \underbrace{C^2H^5OH}_{\text{Alcool.}}$$

» Cette méthode, intéressante au point de vue théorique, donne d'assez faibles rendements, ne dépassant jamais 20 pour 100 du poids du carbure mis en œuvre. En prenant la précaution d'ajouter au mélange réagissant de l'acide acétique avant le traitement par l'eau, MM. Charon et Dugoujon ont toutefois préparé l'aldéhyde phénylpropiolique avec un rendement d'environ 50 pour 100 ([2]). Mais ce cas particulier, où le carbure employé est le phénylacétylène, paraît être le plus favorable; et nous avons constaté que la proportion d'aldéhyde qui se forme était très sensiblement abaissée avec les hydrocarbures de la série grasse.

» 2. M. Iotsitch ([3]) substitue, dans notre méthode, les carbures halogéno-organomagnésiens $R - C \equiv CMgX$, récemment découverts par lui, aux carbures sodés. Nos essais effectués avec ces intéressants composés ont été jusqu'ici peu encourageants. Nous devons mentionner néanmoins qu'en faisant réagir, à la température de — 50°, le formiate d'éthyle sur des car-

([1]) *Comptes rendus*, 1901.
([2]) *Ibid.*, 1903.
([3]) *Journ. Soc. phys. chim. russe*, 1904.

bures halogéno-organomagnésiens ordinaires (non acétyléniques) RMgX, MM. L. Gattermann et F. Maffezzoli ont pu obtenir de notables quantités d'aldéhydes R — CHO [1].

» 3. M. F. Bodroux [2], d'une part, et M. Tschitschibabin [3], de l'autre, viennent de montrer que l'éther orthoformique $HC(OC^2H^5)^3$ agissait sur les carbures halogéno-organomagnésiens ordinaires (non acétyléniques) RMgX, en donnant des acétals. Ici, comme avec le formiate d'éthyle, c'est encore, en définitive, une molécule d'alcool qui s'élimine entre l'éther et le carbure, et la réaction est analogue, au fond, à la précédente :

$$\underbrace{RH}_{\text{Hydrocarbure.}} + \underbrace{OC^2H^5CH(OC^2H^5)^2}_{\text{Orthoformiate d'éthyle.}} = \underbrace{C^2H^5OH}_{\text{Alcool.}} + \underbrace{R - CH(OC^2H^5)^2}_{\text{Acétal d'aldéhyde.}}.$$

» 4. Nous avons reconnu que cette réaction s'appliquait de la façon la plus heureuse à la préparation d'acétals acétyléniques

$$R - C \equiv C - CH(OC^2H^5)^2.$$

Voici, brièvement exposé, notre mode opératoire :

» On chauffe à reflux, en solution éthérée, un mélange de bromure d'éthylmagnésium ou d'iodure de méthylmagnésium (1^{mol}) avec l'hydrocarbure acétylénique (1^{mol}). Après 24 heures d'ébullition, le dégagement gazeux (éthane ou méthane) ayant complètement cessé, on ajoute un léger excès d'éther orthoformique, et l'on chauffe de nouveau à reflux pendant 24 heures. Finalement, on traite le mélange refroidi par l'eau glacée; l'acétal passe dans la couche éthérée, d'où on le retire par distillation.

» Les rendements moyens sont voisins de 75 pour 100.

» L'acétal amylpropiolique $C^5H^{11} - C \equiv C - CH(OC^2H^5)^2$, ainsi obtenu, distille à 110° sous 11^{mm}; $n_D = 1,438$ à 15°; $D_0^{15} = 0,881$.

» L'acétal hexylpropiolique $C^6H^{13} - C \equiv C - CH(OC^2H^5)^2$ bout à 127° sous 12^{mm}; $n_D = 1,441$ à 12°; $D_0^{12} = 0,879$.

» L'acétal phénylpropionique distille à 144°-145° sous 14^{mm}; $n_D = 1,521$ à 14°; $D_0^{14} = 0,995$. Ce composé a déjà été obtenu par M. L. Claisen en partant de l'acétal cinnamique [4].

---

(1) *Berichte*, t. XXXVI, p. 4152.
(2) *Comptes rendus*, 1904.
(3) *Berichte*, t. XXXVII, p. 186-188.
(4) *Berichte*, t. XXIX, p. 2933 et t. XXXI, p. 1015-1021.

» 5. L'acide sulfurique dilué transforme facilement, par hydrolyse, ces acétals en aldéhydes correspondants avec des rendements voisins de 70 pour 100. Les aldéhydes obtenus sont naturellement identiques à ceux que nous préparons directement en faisant réagir les éthers formiques sur les carbures sodés.

» Les aldéhydes amylpropiolique et phénylpropiolique ont déjà été décrits par nous ([1]). Ce dernier l'a été, en outre, par M. L. Claisen, qui l'a préparé par déshydrogénation régulière de l'aldéhyde cinnamique ([2]).

» L'aldéhyde hexylpropiolique $C^6H^{13}-C\equiv C-CHO$ était auparavant inconnu. Il distille à 90°-92° sous 13mm; $D_0=0{,}909$.

» Ces aldéhydes se combinent immédiatement au bisulfite de soude. Nous avons préparé leurs semi-carbazones qui fondent respectivement, au bloc Maquenne, à 90° (amyl), à 78°-79° (hexyl) et à 137°-138° (phényl).

» 6. L'action de l'hydroxylamine (chlorhydrate d'hydroxylamine + acétate de soude en solution hydroalcoolique à l'ébullition) sur ces aldéhydes ne nous a point donné les oximes correspondantes, $R-C\equiv C-CH=AzOH$, mais, comme dans le cas des acétones acétyléniques ([3]), leurs isomères les isoxazols, qui prennent évidemment naissance par transformation isomérique des oximes initialement formées :

```
R — C ≡ C — CH                         CH——CH
             ||                         ||   ||
             Az          →         R — C     Az
            /                            \  /
          HO                              O
```

Oxime acétylénique. → Isoxazol.

» L'amylisoxazol distille à 87°-87°,5 sous 14mm; $D_0^0=0{,}954$.

» L'hexylisoxazol distille à 103°-104° sous 15mm; $D_0^0=0{,}943$.

» Le phénylisoxazol fond à 18°-22°; il distille à 131° sous 17mm, et à 254°-256° (corrigé) sous la pression normale. Selon M. L. Claisen ce composé se forme immédiatement quand on traite l'oxime correspondante, en suspension dans l'eau, par une goutte d'alcali ([4]). »

([1]) *Comptes rendus*, 1901.

([2]) *Loc. cit.*

([3]) Ch. Moureu et M. Brachin, *Comptes rendus*, 1903.

([4]) *Berichte*, 1903.

ZOOLOGIE. — *Des différences de structure histologique et de sécrétion entre le rein antérieur et le rein postérieur chez les Élasmobranches mâles.* Note de M. I. Borcea, présentée par M. Yves Delage.

« Les différentes régions, qui ont été décrites par les auteurs dans le rein des Élasmobranches, n'ont rien d'absolu. Le rein occupe primitivement toute la longueur du fond de la cavité du corps, étant composé d'un nombre de segments distincts, égal à celui des segments du corps.

» Chez la femelle il entre en régression, de la partie antérieure vers la partie postérieure où il se concentre et se développe davantage. Ainsi, nous trouvons le même nombre de segments du rein qu'il y a de segments du corps chez le type le plus primitif, *Squatina*, mais une différence de 1 chez *Acanthias*, de 2 chez *Galeus*, de 7 chez *Scyllium* et *Pristiurus*, de 20-30 et davantage même chez *Carcharias* et différentes espèces de *Raies*. Il a partout la même structure histologique.

» Mais, chez le mâle, une distinction entre la partie antérieure et la partie postérieure s'impose. Ici, la partie antérieure : glande de Leydig (zone craniale et médiane) n'entre pas en régression, parce qu'elle a changé de fonction et de structure. Il n'y a pas un seul glomérule de Malpighi dans cette région, et ce que Semper [1] a décrit comme tels n'est autre chose que des îlots d'un tissu lymphoïde très abondant chez quelques espèces. Tandis que la partie postérieure sécrète l'urine de couleur brunâtre et présente la même structure histologique que le rein entier de la femelle, c'est-à-dire des glomérules et des canalicules comprenant les cinq régions caractéristiques, dont la troisième est la plus importante ; la partie antérieure, au contraire, ne sécrète plus d'urine, mais un liquide nourricier, de couleur blanchâtre, pour les spermatozoïdes.

» Les tubes glandulaires sont plus larges que les tubes du rein et comprennent seulement deux zones : la première très développée, terminée en cul-de-sac, qui est la partie sécrétrice, et une partie terminale revêtue d'un épithélium cubique qui est la région excrétrice. Ces cellules sécrétrices sont en général deux fois plus hautes et deux fois plus étroites que les cellules sécrétrices rénales. Il n'y a pas de bordure en brosse, le noyau rond est à la base de la cellule, il y a souvent deux et même trois noyaux dans une même cellule; on en voit aussi du côté de la lumière du canalicule et ils sont expulsés avec le produit de sécrétion composé de granules. Le conduit de Leydig (Wolff), contrairement à ce qu'on pensait, est seulement *spermiducte* et non urospermiducte; il reçoit d'une part, par l'intermédiaire des canaux efférents, les spermatozoïdes, qui achèvent leur dernier développement dans l'intérieur de ce conduit nourricier, et d'autre part le produit de sécrétion de cette partie antérieure du rein transformée. Le rein du mâle est donc réduit aux 10 ou 11 derniers segments.

---

(1) *Arbeiten aus dem zoologisch-zootomischen Institut, in Würzburg*, Bd. II, 1875.

» Ainsi, nous pouvons dire que le rein se développe aux dépens des derniers canalicules segmentaires : les antérieurs entrent en régression chez la femelle et forment un autre organe chez le mâle.

» Plusieurs auteurs ont observé cette concentration du rein des Elasmobranches à la partie postérieure et l'ont appelée *metanephros*. Or, si l'existence d'un *pronephros* est bien établie pour les Vertébrés, il n'en est pas de même pour la distinction que l'on a voulu établir entre un *mesonephros* et un *metanephros*.

» *Balfour* a comparé la partie antérieure au corps de Wolff, qui entre en régression chez les Vertébrés supérieurs. Or c'est le même cas ici, et, comme la partie antérieure se développe aux dépens de canalicules segmentaires qui se forment de la même manière, il n'y a donc pas de distinction. L'origine du rein des Vertébrés supérieurs aux dépens d'un bourgeon qui se développe à la partie postérieure du canal de Wolff n'est plus soutenue que pour l'uretère et peut-être aussi pour les canalicules collecteurs.

» Si l'on examine les variations qui existent dans le groupe des Élasmobranches, on acquiert la conviction que l'histoire de l'appareil urinaire est écrite dans ce groupe primitif. Mais, pour acquérir cette conviction, il est indispensable de ne pas limiter son étude à un seul type, mais de l'étendre à plusieurs en commençant par les plus primitifs. On constate aussi les différences qui existent entre les deux sexes. Quant aux différentes régions qui ont été signalées, elles ne sont souvent déterminées que par l'intercalation des organes voisins entre ces différentes régions. »

ZOOLOGIE. — *Sur les fonctions respectives des deux parties des muscles adducteurs chez les Lamellibranches*. Note de M. F. **Marceau**, présentée par M. Edmond Perrier.

« Les muscles adducteurs des Lamellibranches remplissent une double fonction : celle de fermer rapidement les valves et celle de les maintenir plus ou moins longtemps dans cette position en luttant contre l'élasticité du ligament qui tend constamment à les ouvrir. Il est intéressant de rechercher comment ces muscles arrivent à remplir cette double fonction, car il est établi que les muscles en général, et en particulier ceux du manteau, des bras ou du pied des Mollusques, lorsqu'ils sont contractés, se fatiguent assez rapidement et ne peuvent rester longtemps en cet état, c'est-à-dire qu'il y a chez eux une alternance forcée de périodes de travail et de

repos relativement assez courtes. Or, les muscles adducteurs de certains Lamellibranches qui peuvent maintenir les valves fermées pendant un temps parfois très long et en faisant équilibre à la force élastique du ligament, laquelle atteint une valeur très élevée relativement à leur surface de section, semblent faire exception à cette loi (¹).

» Les anciens zoologistes [*Voy.* Bronn, *Klassen und Ordnungen der Weichthiere* (*Malacozoa*), 1862, Bd. III, p. 360] avaient remarqué la constitution hétérogène des muscles adducteurs de la plupart des Lamellibranches, et ils considéraient la partie blanc nacré comme une sorte de ligament dont l'élasticité, en luttant contre celle du ligament d'union des valves, permettait à l'autre partie (jaunâtre ou vitreuse) de se comporter comme les muscles ordinaires.

» Les zoologistes plus récents n'en parlent pas ou bien, tout en reconnaissant la constitution hétérogène de ces muscles, restent muets sur les fonctions respectives de leurs deux parties, bien que des recherches intéressantes aient été faites à ce sujet chez le *Pecten maximus*, par Coutance et Jhering (1878), Jolyet et Sellier (1899). Ces expériences ont montré nettement que, chez ce Mollusque, le muscle principal, d'aspect vitreux et constitué par des fibres striées anastomosées en réseaux, sert exclusivement à fermer les valves et que celles-ci, une fois fermées, sont maintenues dans cette position par la tonicité du petit muscle nacré qui cependant peut se contracter

---

(¹) Par exemple, les *Pectens* peuvent rester fermés pendant 3 ou 4 jours, les *Moules* pendant une huitaine de jours, les *Huîtres* pendant 15 jours, et enfin les *Dosinia exoleta* pendant 20 jours. J'ai constaté par de nombreuses mensurations que la fermeture des valves de ces Mollusques nécessitait les efforts musculaires suivants :

Nom du Mollusque.	Surfaces de la section droite des muscles évaluées en centimètres carrés.	Efforts musculaires évalués en grammes.	
		Totaux.	Par centimètre carré.
Cardium Norvegicum...	0,90	130^g	144,4
Pecten maximus........	10,2	500	49
Ostrea edulis......	1,30	285	219
Dosinia exoleta.........	0,85	800	941

En examinant ce Tableau, on voit qu'il serait antiphysiologique de supposer que les muscles adducteurs font équilibre à la résistance élastique du ligament, qui est parfois considérable, par une contraction active. On pourrait aussi se demander pourquoi la nature n'a pas réalisé une disposition plus avantageuse pour éviter cette inutile dépense d'énergie.

très lentement. J'ai répété la plupart des expériences de ces auteurs et je suis arrivé aux mêmes résultats.

» Chez l'*Huître*, j'ai pu établir également que la fermeture rapide des valves est due uniquement à la contraction du muscle vitreux et que le muscle nacré a seulement pour fonction d'équilibrer en grande partie, par son élasticité et sa tonicité, la force élastique du ligament.

» Ainsi, chez l'*Huître* et plus que probablement chez tous les Bivalves ayant les muscles adducteurs constitués d'un façon analogue, la tonicité et l'élasticité des muscles nacrés peuvent seules maintenir la fermeture des valves, mais non cependant d'une façon complète, car leur ouverture, bien qu'assez lente, doit pouvoir s'effectuer simplement par suite de la perte de tonicité des muscles adducteurs vitreux (sous l'influence du système nerveux), laquelle doit contribuer pour une faible part au maintien de la fermeture.

» Chez les Mollusques utilisant les mouvements des valves pour la locomotion (*Pectens, Limes, Spondyles*), l'ouverture de celles-ci étant rapide, il faut nécessairement que la tonicité du muscle vitreux strié contribue au maintien de la fermeture pour une part assez importante, de telle sorte que la différence entre la force élastique du ligament et la somme de la tonicité et de l'élasticité du muscle nacré puisse produire une ouverture rapide des valves à laquelle s'oppose la résistance de l'eau.

» Une disposition anatomique, mise en évidence par le D[r] Anthony, favorise éminemment cette fonction du muscle nacré. En effet, ce dernier muscle, le plus court, est souvent le plus éloigné de la charnière autour de laquelle s'effectue le mouvement des valves. Il en résulte que ce muscle, plus distendu que le muscle vitreux, tendra à refermer les valves et à les maintenir dans cette position avec plus d'énergie, son élasticité étant davantage mise en jeu par suite de sa déformation plus grande. D'ailleurs, on peut constater facilement que, à la suite de la section transversale complète d'un muscle adducteur, la partie nacrée subit une rétraction proportionnellement plus importante que la partie vitreuse.

» Ces conclusions sont corroborées encore par ce fait que, chez les Mollusques acéphales dont les muscles adducteurs sont constitués d'une façon analogue à la partie vitreuse de celui de l'*Huître* et sont dépourvus de partie nacrée (*Solens, Lutraria elliptica*), la fermeture des valves, tout en pouvant être rapide, n'est toujours que d'assez courte durée. »

PHYSIOLOGIE VÉGÉTALE. — *Sur l'adaptation de la plante à l'intensité de la lumière.* Note de M. **Wiesner**, présentée par M. Gaston Bonnier.

« Chaque phénomène, photochimique ou photomécanique, considéré isolément, s'effectue entre des limites déterminées d'intensité lumineuse. Comme les phénomènes photochimiques et photomécaniques des plantes se produisent pour des intensités très différentes, on ne peut pas douter que la plante, dans sa totalité, ne se soit accommodée à des intensités moyennes de lumière. Mais ce problème se complique par le fait qu'un même phénomène photochimique ou photomécanique s'accomplit chez les différentes plantes à des intensités lumineuses différentes.

» Pour étudier ce problème je me suis occupé, pendant plusieurs années, de mesurer la quantité de lumière reçue par les plantes. J'ai exécuté ces expériences en divers points du Globe : à 6° de latitude méridionale ou à 79° de latitude septentrionale, et aussi à différentes altitudes. Ces recherches ont été terminées le 2 avril 1904.

» J'ai mesuré le rapport de l'intensité (I) de la lumière qui tombe sur la plante à l'intensité de la lumière du jour tout entière (I'); par conséquent $L = \frac{I}{I'}$. Je propose d'appeler ce rapport *photolepsie*.

» Il est évident que la photolepsie ne peut jamais dépasser la valeur $= 1$. A peu près tous les arbres qui furent examinés ont comme maximum de photolepsie la valeur $= 1$. Mais les minima sont différents et caractéristiques. Par exemple, pour Vienne, le minimum de la photolepsie chez *Pinus Laricio* $= \frac{1}{11}$, chez *Acer platanoides* $= \frac{1}{55}$, chez *Buxus sempervirens*, à peu près $= \frac{1}{100}$.

» Les minima de la photolepsie sont chez tous les arbres à *feuilles caduques*, d'abord, c'est-à-dire au commencement de la feuillaison, très élevés et descendent finalement jusqu'à une valeur stationnaire. Avec la diminution de la hauteur méridienne du Soleil, c'est-à-dire à partir du 21 juin, la photolepsie se règle chez les arbres à *feuilles caduques* par une chute continuelle des feuilles, qui sont le plus ombragées, de manière que le minimum reste constant.

» Les valeurs stationnaires de minimum de la photolepsie n'ont de signification, pour une espèce déterminée, que pour le même lieu. Le minimum change avec la latitude et avec l'altitude. Il s'élève avec l'accroissement de la latitude et de l'altitude. Il varie aussi pour un endroit déterminé selon l'époque de la végétation, c'est-à-dire de l'été à l'automne.

» Tout cela est en rapport avec les circonstances de la température, c'est-à-dire que

plus la température du milieu dans lequel les plantes répandent leurs organes est basse, plus élevé est le minimum de la photolepsie.

» Par exemple : partout et toujours (pendant la période de la végétation) le maximum de la photolepsie, chez *Acer platanoides* est égal à 1. Au commencement de la feuillaison le minimum de la photolepsie est à Vienne, comme je l'ai observé ce printemps, de $\frac{1}{19}$, et descend, la feuillaison terminée, à $\frac{1}{55}$. A Drontheim (Norvège), j'ai observé la valeur stationnaire de $\frac{1}{28}$, et à Tromsoe (Norvège), de $\frac{1}{5}$.

» Je ne puis m'étendre ici sur les légères oscillations du minimum dans le même endroit durant la période de la végétation et pendant le jour ; mais, pendant une même journée, ce minimum est approximativement constant.

» De tous ces faits il résulte que l'adaptation d'une plante déterminée à l'intensité de la lumière ne s'exprime pas par un optimum déterminé de l'intensité de la lumière, mais que la plante est toujours réduite à une part déterminée de la lumière générale du jour, laquelle part dépend du climat au point de vue de la lumière et est modifiée à un certain degré par les conditions de température, du milieu où se trouve la plante.

» Ce mode d'adaptation est d'autant plus important à considérer que la plante est sous l'influence de la lumière diffuse, ce qui est le cas de la majorité des végétaux ([1]).

» La manière de voir que je viens d'exposer est d'accord avec le fait que les plantes sont toujours soumises à un changement continuel de l'intensité de la lumière, et n'est pas conforme à l'opinion affirmant que chaque plante serait accommodée à un optimum déterminé de l'intensité de la lumière ([2]). »

PHYSIOLOGIE VÉGÉTALE. — *Sur la perméabilité aux gaz de l'atmosphère, du tégument de certaines graines desséchées.* Note de M. **Paul Becquerel**, présentée par M. Gaston Bonnier.

« Depuis une quinzaine d'années, des expérimentateurs tels que Giglioli ([3]), Romanes ([4]), Victor Jodin ([5]), Ewart ([6]), ne pouvant déceler

---

([1]) Wiesner, *Comptes rendus*, mai 1898.

([2]) Schimper, *Pflanzengeographie auf Pflanzenphysiol. (Grundlage*. Iéna, 1898, p. 68).

([3]) *Nature*, 3 octobre 1895.

([4]) *Proc. Royal Society*, 1893.

([5]) *Comptes rendus*, t. CXXII, 1896, p. 1349.

([6]) *Tr. Biolog. Society*, t. VIII, 1894, p. 207.

par l'analyse aucune trace d'échanges gazeux de la part de certaines graines desséchées qui avaient séjourné pendant d'assez longues durées dans des ampoules de verre contenant une atmosphère connue ou des gaz impropres à la vie, comme l'azote, l'oxyde de carbone, l'acide carbonique, en ont conclu que, dans cet état, la respiration ralentie des graines était arrêtée, bien que ces dernières aient conservé leur pouvoir germinatif.

» Ce fait bouleversant toutes les connaissances que nous avons sur la continuité des phénomènes physiques et chimiques du protoplasme vivant m'a particulièrement étonné. Aussi pour m'en rendre compte j'ai été conduit à m'occuper de la perméabilité du tégument de la graine sèche aux gaz de l'atmosphère. Il m'a semblé que, ce point étant définitivement éclairci, nous aurions une idée plus exacte de la vie de la graine sèche et nous pourrions interpréter plus justement les résultats des expériences des savants que nous venons de citer.

» Pour cela nous avons construit un petit appareil qui permet de déterminer, dans des conditions de température et de pression définies, le passage des gaz à travers n'importe quelle substance végétale.

» Cet appareil extrêmement simple se compose d'un tube de verre d'environ 1^m de longueur sur $0^{cm},5$ de diamètre. A l'une de ses extrémités nous avons fixé, avec un mastic imperméable de cire blanche et de colophane fondues, recouvert de paraffine, le tégument de la graine dont nous voulons étudier la perméabilité, puis nous avons procédé au remplissage du tube soigneusement desséché par du mercure bien sec.

» Cette opération étant accomplie, nous avons placé l'extrémité du tube qui portait la membrane végétale dans un petit ballon contenant le gaz à expérimenter, que nous fermions après hermétiquement. Ensuite, obturant avec le doigt l'extrémité ouverte du tube pour que le mercure ne puisse s'échapper, nous avons retourné l'appareil sur un petit récipient à mercure. Nous avions ainsi un baromètre terminé par une membrane végétale, qui plongeait dans le gaz à étudier. Le changement de niveau de la colonne de mercure du tube comparé avec celui du niveau de la colonne de mercure d'un tube témoin identique fermé à la flamme, et qui servait de baromètre, nous indiquait si le changement de niveau était dû à la variation de la pression atmosphérique ou au passage du gaz du ballon à travers la membrane.

» Les expériences que nous avons réalisées avec cet appareil ont porté sur les téguments des graines de pois, de lupin, de *gleditschia*. Les gaz essayés furent ceux de l'air et l'acide carbonique, tantôt secs, tantôt chargés de vapeur d'eau, aux températures ordinaires du laboratoire. Les téguments provenaient de graines desséchées différemment, soit par l'alcool absolu, soit par la chaleur, soit par le vide et l'acide sulfurique.

» Le niveau initial de la colonne de mercure de chacun de nos appareils

variait entre 750^{mm} et 755^{mm}. Nous n'avons pas pu obtenir complètement la hauteur du niveau de la colonne de mercure du baromètre, car, pour chasser tout l'air introduit par le remplissage du tube, il nous aurait fallu faire bouillir notre mercure, ce qui aurait endommagé nos membranes.

» Voici les résultats que nous avons obtenus au bout de 15 jours :

» Tous les téguments des graines de pois, de lupin, de *gleditschia*, desséchés par n'importe quelle méthode, dans leur partie intacte comme dans la partie du hile, qui aurait pu présenter quelques fissures, ou une perméabilité spéciale, ont été imperméables à l'air et à l'acide carbonique desséchés, le niveau initial de la colonne de mercure de chacun des appareils n'ayant subi que des variations identiques à celles de la colonne de mercure du tube témoin servant de baromètre. Par contre, pour les mêmes gaz chargés de vapeur d'eau, tous les téguments ont été perméables. Le niveau initial de la colonne de mercure de presque tous les appareils était descendu de 150^{mm} à 160^{mm}. Au bout de 2 mois et demi à 3 mois, le passage des gaz restant le même, ce niveau aurait coïncidé avec celui du mercure de la cuvette.

» Étant donc expérimentalement établi que le tégument desséché est une barrière infranchissable aux gaz secs, nous pouvons admettre que chez certaines graines parfaitement sèches, plongées dans une atmosphère rigoureusement anhydre, tous les échanges respiratoires qui peuvent se produire entre leur tégument et l'extérieur sont complètement supprimés.

» Dans ces conditions nous ne nous étonnons plus du tout des résultats des expériences de Giglioli, de Jodin, de Romanes, d'Ewart qui n'ont pu déceler la moindre modification de l'atmosphère ambiante de la part des graines sèches, ou le moindre effet sur elles des gaz anhydres impropres à la vie et toxiques. Mais de ce fait que tous les échanges gazeux de la graine sèche entre son tégument et l'extérieur sont arrêtés, nous ne pouvons plus conclure, comme les auteurs précités, que la suspension complète de tous les phénomènes de la respiration de la graine est réalisée.

» La plantule placée dans son tégument desséché comme dans un vase clos peut fort bien respirer d'une manière imperceptible aux dépens de l'oxygène accumulé dans ses cellules.

» Les réserves gazeuses une fois consommées ou encore une assez grande quantité d'acide carbonique étant produite, elle doit mourir soit d'inanition, soit d'asphyxie. Cela nous paraît si vraisemblable que dans toutes les expériences qui ont duré de 7 à 16 ans, comme celles de Jodin et de Giglioli, un déclin très notable du pouvoir germinatif a toujours été constaté. »

BOTANIQUE. — *Sur les variations spontanées du* Sterigmatocystis versicolor. Note de M. **Paul Vuillemin**, présentée par M. Gaston Bonnier.

« Le *Sterigmatocystis versicolor* doit son nom à des coloris variés qui ont leur siège dans l'appareil conidien, tantôt vert, tantôt rose. La teinte des cultures est modifiée accessoirement par un liquide sécrété par le mycélium, liquide qui se répand dans le substratum et qui peut imprégner les filaments eux-mêmes, surtout si la moisissure se développe dans des solutions nutritives.

» Le liquide sécrété, soluble dans l'alcool, contrairement au pigment des spores, varie de teinte selon la réaction du milieu. Ce facteur du coloris est donc sous la dépendance de propriétés chimiques déterminées. MM. H. Coupin et J. Friedel ont mis le fait en évidence.

» Les variations du coloris des conidies sont soumises à un déterminisme plus complexe qui, jusqu'ici, échappe à l'analyse. En effet, on voit apparaître les gazons roses soit en touffes isolées au milieu des cultures vertes, soit en bordure régulière autour d'elles. On parvient à fixer ces deux variétés chromatiques en séparant les touffes roses des touffes vertes et en les transportant isolément dans des tubes distincts contenant un milieu de même composition et soumis aux mêmes conditions de température et d'aération.

» En un mot, les procédés qui nous ont réussi ne diffèrent pas des procédés de sélection usités pour fixer les variétés horticoles. D'ailleurs, la fixation, tout en étant assez durable, n'est que relative et, après un nombre très variable de repiquages, les formes vertes normales réapparaissent parmi les gazons roses et réciproquement.

» Dans une thèse, faite sous notre inspiration, Mlle Mirsky a relaté une série d'observations et d'expériences concernant les variations de cette espèce. Le point de départ de ce travail est l'expérience suivante :

» Le 2 juillet 1901, nous transplantons sur les deux moitiés de la même carotte une touffe rose et une touffe verte isolées d'un même gazon. Nous obtenons deux cultures : l'une entièrement rose, l'autre entièrement verte.

» Les cultures roses sont reproduites sans mélange sur carotte les 10, 21 et 30 juillet et le 7 novembre 1901. Les cultures vertes le sont les 21 et 30 juillet.

» La culture rose du 7 novembre sert à ensemencer, le 23 novembre, une tranche de

pomme de terre et un tube de gélose maltosée. Dans ces nouveaux milieux, nous obtenons encore des cultures entièrement roses.

» La culture verte du 30 juillet donne également, par semis du 16 novembre, des cultures vertes, sans fructifications roses, sur pomme de terre et sur gélose maltosée.

» Il résulte de ces expériences que les changements de couleur des conidies du *Sterigmatocystis versicolor* se produisent et se maintiennent dans des conditions qui ne sont pas sous la dépendance immédiate du milieu. »

PHYSIQUE BIOLOGIQUE. — *Cas d'émission de rayons* N *après la mort.* Note de M. **Augustin Charpentier**, présentée par M. d'Arsonval.

« Dès le commencement de mes recherches sur les rayons N d'origine physiologique, je me suis préoccupé de savoir si l'émission de ces rayons par l'organisme animal était liée strictement à son état de vie ou si elle pouvait continuer après la mort. Dans ce but, j'ai conservé depuis le mois de décembre dernier des grenouilles qui m'avaient servi à diverses expériences et qui étaient mortes à la suite d'intoxication par le curare. Je les ai laissé dessécher, pour éliminer la putréfaction qui, à elle seule, aurait pu produire une émission étrangère de rayons phospho-actifs. J'ai conservé longtemps les corps momifiés de ces animaux, et j'en possède encore actuellement.

» Or les momies en question ont continué pendant plusieurs mois à émettre une quantité variable de rayons, quantité généralement faible et allant en diminuant de plus en plus. Cette émission était visible principalement vis-à-vis des centres nerveux, et la faradisation du bout central du nerf sciatique la rendait plus perceptible. Un mois encore après la mort, le cerveau semblait produire plus de rayons phospho-actifs sous l'influence d'une telle excitation. Au bout de deux mois, une certaine émission cérébrale était encore perceptible, avec maximum entre les deux yeux et contre ces organes.

» Pour éliminer l'influence possible d'une absorption de rayons N d'origine extérieure, solaire ou autre, j'ai fait séjourner les corps dans l'obscurité, et les phénomènes sont restés sensiblement les mêmes.

» J'ai constaté aussi pendant un mois et demi une émission de rayons N par les centres nerveux (moelle et cerveau) extirpés des corps et desséchés sur une plaque de verre, et aussi, mais moins nettement et pendant un temps moins long, par le nerf sciatique conservé dans les mêmes conditions.

» Il est difficile de prolonger indéfiniment l'expérience, car les corps momifiés finissent par être envahis par des moisissures superficielles qui donnent par elles-mêmes une émission phospho-active.

» Les observations précédentes démontrent que l'émission de rayons N par le système nerveux peut (dans certaines conditions) persister après la mort au moins apparente de l'organisme et être augmentée par des excitations d'origine réflexe, lesquelles, je m'en suis assuré, ne produisent rien de tel sur des corps inorganiques tels que du liège ou du papier buvard imbibé de la solution salée physiologique [1]. »

CHIMIE BIOLOGIQUE. — *La propriété lipolytique du cytoplasma de la graine de ricin n'est pas due à un ferment soluble.* Note de M. **Maurice Nicloux**, présentée par M. A. Haller.

« J'ai montré récemment (*Comptes rendus*, même Tome, p. 1288) le parallélisme complet entre l'action du cytoplasma et l'action d'une diastase en ce qui concerne l'hydrolyse des substances grasses.

» Connaissant alors le mode de préparation générale des diastases, et ayant à ma disposition le cytoplasma, présentant, comme je l'ai démontré, une activité lipolytique considérable (je rappelle que, dans la proportion de $\frac{1}{50}$, l'huile de coton est saponifiée dans la proportion de 80 pour 100 en 30 minutes, à la température ordinaire), j'essayai de préparer le ferment soluble.

» A cet effet, le cytoplasma, amené à l'état sec [2], est traité simplement par l'eau. On reconnaît alors immédiatement : 1° que le filtrat est inactif, 2° que le résidu sur filtre encore humide est également inactif. Dès lors, toute propriété lipolytique ayant disparu, il est inutile de pousser plus loin les opérations.

» L'eau très légèrement acide (acide acétique à 6 pour 1000) donne le

(1) Je dois mentionner que M. Gilbert Ballet, dans un article de la *Presse médicale* du 16 mars 1904, a signalé chez le chien la persistance d'une émission par le cerveau le lendemain de la mort.

Sans tenter en ce moment une interprétation prématurée de ces faits, il m'est impossible de ne pas rappeler à leur sujet les délicates expériences par lesquelles M. d'Arsonval a montré en 1886 (Société de Biologie) que l'excitabilité motrice persistait après la mort bien plus longtemps qu'on ne l'admettait généralement.

(2) On se débarrasse, à cet effet, de l'huile qui tient en suspension le cytoplasma par un dissolvant approprié, de préférence la benzine ou l'éther de pétrole. On évitera avec soin la présence de l'humidité; à cet effet, avant toute opération, on maintiendra à l'étuve à 100°, pendant plusieurs heures, le mélange de cytoplasma + huile.

même résultat; il en est de même pour la glycérine pure, l'alcool absolu ou étendu, les solutions de NaCl comprises entre 7 et 20 pour 100, les solutions de saccharose à 5 et 50 pour 100.

» Cette action particulière de l'eau ou de l'eau très légèrement acidifiée peut être mise en évidence par les deux expériences suivantes très faciles à réaliser.

» On pèse des quantités absolument égales de cytoplasma, d'huile, d'acide acétique étendu (N/10), et l'on fait, dans deux petits mortiers, les mélanges dans les deux ordres suivants :

» *a*. Cytoplasma + huile + eau acidifiée.

» *b*. Cytoplasma + eau acidifiée + huile.

» On constate alors que le mélange *a* est le siège d'une saponification régulière; le second mélange *b* ne présente pas la moindre trace de saponification [1].

» Cette expérience comparative absolument nette montre que l'action de l'eau enlève à l'agent lipolytique, et cela instantanément, son pouvoir hydrolysant dès qu'il n'est plus protégé par l'huile [2].

» Comment alors la saponification qui correspond à une fixation d'eau et qui exige la présence de l'eau peut-elle avoir lieu? On pourrait penser que cette action de l'eau pure ou légèrement acidifiée sur le cytoplasma est trop artificielle, trop brutale, et l'on peut faire l'hypothèse que c'est au cours de la saponification, par le fait de la présence de l'huile, que le ferment soluble, s'il existe, serait mis en liberté par le cytoplasma en activité.

» Pour s'en rendre compte, on fait l'expérience suivante :

» On met en train une saponification d'huile de coton et lorsque 35 pour 100 environ de l'huile est dédoublée, on centrifuge la masse dans deux tubes à une température voisine de 30°-35°; on obtient trois couches :

» 1° Une couche inférieure d'eau glycérineuse acide, claire;

---

(1) Il en est de même si, dans la formule *b*, avant d'ajouter l'huile on dessèche le mélange cytoplasma et eau dans le vide sur l'acide sulfurique à la température ordinaire; le cytoplasma prend alors une forme cornée et il est impossible de le remettre en suspension dans l'huile.

(2) MM. Victor Henri et André Mayer viennent de montrer (*Société de Biologie*, 28 mai 1904) que dans un très grand nombre de cas, un colloïde stable pouvait préserver un autre colloïde ou une émulsion contre l'action de précipitation d'une solution quelconque à condition que ce colloïde stable soit ajouté *avant* la solution précipitante; si, au contraire, on l'ajoute *après*, la préservation n'a plus lieu. Il est intéressant de rapprocher ces faits de l'action de l'eau sur le cytoplasma protégé ou non par l'huile.

» 2° Une couche intermédiaire formée par une émulsion semi-solide plus riche en acides gras que la couche supérieure;

» 3° Une couche supérieure d'huile et d'acides gras clairs.

» Si l'on mélange intimement de nouveau les trois couches de l'un des tubes, la saponification reprend; donc, la substance active n'est pas détruite. Dès lors, on doit retrouver celle-ci dans l'une des trois couches de l'autre tube.

» A la première couche (glycérine + eau + acide), on ajoute de l'huile; il n'y a pas saponification; à la troisième (acide gras + huile) l'addition d'eau acide ne provoque pas la saponification; quant à la seconde (émulsion), après addition d'huile et d'eau acide, elle devient le siège d'une saponification régulière.

» Cette expérience démontre donc très nettement qu'il n'y a pas, au cours de la saponification, production d'un ferment qui pourrait se dissoudre dans l'eau, pas plus d'ailleurs que d'un principe actif soluble dans l'huile ou les acides gras.

» *Conclusions.* — En définitive, ces expériences répétées un grand nombre de fois, d'une simplicité telle qu'elles ne peuvent laisser dans l'esprit aucune équivoque, entraînent les conclusions suivantes :

» 1° L'agent lipolytique (dont le cytoplasma n'est vraisemblablement que le support) n'est pas un ferment soluble dans l'eau, il se différencie par là des lipases actuellement connues ;

» 2° L'eau enlève à l'agent saponifiant, et cela instantanément, son pouvoir hydrolysant dès que celui-ci n'est plus protégé par l'huile.

» Enfin j'ajouterai que si les travaux de Büchner ont comme conséquence, quand on les généralise, de conférer aux agents chimiques cellulaires un caractère de solubilité dans l'eau que l'on peut considérer comme essentiel, l'étude des propriétés du cytoplasma montre qu'il n'en est pas ainsi et que ce caractère n'est pas spécifique. »

CHIMIE BIOLOGIQUE. — *Sur une albumine extraite des œufs de grenouille.* Note de M. J. GALIMARD, présentée par M. Armand Gautier.

« Je me suis proposé d'étudier les albumines des œufs de vertébrés inférieurs, des reptiles, et en particulier de la grenouille verte (*Rana esculenta*). Dans une Note parue récemment (*Comptes rendus*, 25 avril 1904), M. Hugounenq a donné les résultats qu'il avait obtenus en étudiant une albumine extraite des œufs de hareng; il a montré qu'il existait une différence profonde entre les matières protéiques des productions sexuelles dans la même espèce. Ayant obtenu des proportions sensiblement diffé-

rentes quant aux produits de dédoublement, je vais exposer ici mes recherches.

» Les œufs de grenouille recueillis avant la ponte, séchés et broyés, sont traités par divers dissolvants : ils abandonnent ainsi à l'éther des graisses et des lécithines et laissent un résidu insoluble dans l'eau pure. Celui-ci est dissous dans de la soude diluée et précipité par de l'acide chlorhydrique étendu; pour purifier ce produit, je l'ai traité par l'eau ammoniacale et j'ai chassé l'ammoniaque par une vive ébullition. Après refroidissement et lorsque la réaction est complètement neutre au tournesol, je précipite le tout par de l'alcool à 93°.

» De cette façon, j'ai obtenu un produit présentant toutes les réactions des matières protéiques : ne dégageant pas d'ammoniaque sous l'action de la potasse à l'ébullition, insoluble dans l'eau, soluble dans les alcalis étendus.

» La moyenne des analyses nous a donné la composition élémentaire suivante :

C	53,61	pour 100
H	7,79	»
Az	15,32	»
S	traces	
O	24,27	»

» Les produits de dédoublement obtenus après ébullition pendant 15 heures avec de l'acide sulfurique à 30 pour 100 sont nombreux :

Arginine $C^6H^{14}Az^4O^2$	1,06	pour 100
Lysine $C^6H^{14}Az^2O^2$	0,29	»
Histidine $C^6H^9Az^3O^2$	1,14	»
Tyrosine $C^9H^{11}AzO^3$	1,03	»
Leucine $C^6H^{13}AzO^2$	13,20	»
Acides amidés divers et produits humiques	73,28	»

» Par analogie avec la clupéovine retirée des œufs de hareng par M. L. Hugounenq, j'appelle cette albumine retirée des œufs de grenouille *ranovine*.

» Comme on peut le voir, les résultats obtenus, tout en étant assez rapprochés de ceux donnés pour la clupéovine, diffèrent : 1° par la teneur en azote; 2° par la teneur en acides diamidés; avec la ranovine, j'ai obtenu 1,14 pour 100 d'histidine, tandis que la clupéovine n'en donne que 0,4 pour 100.

» Je crois qu'il est inutile d'insister sur ce fait que les albumines des œufs sont différentes suivant les espèces : la ranovine est une albumine complexe, faiblement acide, particulière à la grenouille et voisine de la clupéovine de l'œuf de hareng et des vitellines des œufs d'oiseaux. »

CHIMIE PHYSIOLOGIQUE. — *Sur l'état de l'amidon dans le pain rassis.* Note de M. E. Roux, présentée par M. Armand Gautier.

« Les récents travaux de M. Maquenne ont montré qu'un empois de fécule fait à 120° n'est entièrement saccharifiable que s'il est immédiatement traité par le malt; peu à peu, l'amidon rétrograde et se transforme en amylocellulose inattaquable par l'amylase, ne bleuissant plus par l'iode.

» L'amylocellulose constituant une forme de la matière amylacée dont la valeur alimentaire pour l'homme est vraisemblablement inférieure à celle de l'amidon, il m'a paru intéressant de rechercher sa présence dans le pain, assimilé à un empois très épais de farine de blé, et de voir si sa production n'était pas l'une des causes qui fait que le pain frais devient pain rassis.

» Préalablement il était nécessaire de suivre, sur des empois d'amidon et de farine de blé, le phénomène de la rétrogradation qui n'a encore été étudié que sur la fécule.

» *Amidon et farine de blé.* — L'expérience suivante montre que la rétrogradation se produit dans les empois d'amidon et de farine de blé comme dans ceux de fécule :

» La matière soluble a été dosée après saccharification par le malt à 56°, dans des empois, à 5 pour 100, fraîchement préparés ou conservés plusieurs jours à la température de 10°. Ces empois avaient été gélifiés à 120° pendant 15 minutes, lors de leur préparation.

		Matière soluble.	Amylocellulose.	
Empois d'amidon	frais	87,21	0	pour 100 d'amidon
	conservé 3 jours	80,72	6,49	
	conservé 5 jours	79,80	7,41	
Empois de farine	frais	78,08	0	pour 100 de farine
	conservé 3 jours	73,17	4,91	
	conservé 5 jours	72,83	5,25	

» On voit que la présence des matières salines et des substances azotées, qui accompagnent l'amidon dans la farine, ne s'oppose pas à sa rétrogradation. L'expérience nous a montré que l'addition à la farine de 1 pour 100 de sel, dose à laquelle on le trouve dans le pain, est également sans influence.

» *Méthode de dosage de l'amylocellulose.* — M. Maquenne a montré que

l'amylocellulose se dissout à froid dans la potasse et que la saturation de la solution par un acide précipite cette substance sous la forme d'amidon bleuissant par l'iode. Cette réaction est extrêmement sensible, mais nous avons reconnu qu'elle était seulement qualitative.

» Le procédé auquel on s'est arrêté pour doser l'amylocellulose consiste à traiter la matière par l'eau à 150°, en tube scellé, pendant 30 minutes. Dans ces conditions l'amylocellulose, qui résiste en partie à la température de 120°, est entièrement dissoute. Il suffit donc d'opérer comparativement la saccharification sur deux échantillons, l'un porté à 150°, l'autre non surchauffé, pour avoir l'amylocellulose par différence. Les matières azotées qui sont solubilisées ne produisent aucune perturbation dans le dosage final du sucre.

» *Recherches sur le pain.* — Après avoir constaté que l'empois de farine rétrograde, même en présence des diastases du blé et du chlorure de sodium, il ne restait plus qu'à rechercher si la rétrogradation se produit également dans le pain, en appliquant la méthode précédente.

» Voici les résultats obtenus en délayant au mortier 2^g de mie de pain dans 40^{cm^3} d'eau, puis chauffant le mélange, soit à 150° pendant 30 minutes, soit à 120° pendant 15 minutes, avant de saccharifier à fond par le malt à 56°. Ils montrent que l'amidon du pain ne rétrograde que d'une façon insensible. Les différences entre le résultat des dosages effectués sur un même échantillon sont faibles. De plus elles sont incertaines, à cause du peu d'homogénéité que présente la matière. La présence d'amylocellulose n'a été nettement mise en évidence que grâce à sa réaction qualitative par la potasse. Le pain chaud n'en contient pas, mais on la voit apparaître dans le pain de quelques heures et augmenter avec le temps.

» Le pain ne se comporte donc pas comme un empois de farine.

Pain défourné depuis	Humidité.	Pour 100 de pain sec — chauffé à 120°. Extrait.	Amidon.	chauffé à 150°. Extrait.	Amidon.
4 heures	45,26	92,07	77,93	96,36	78,42
33 »	45,15	91,52	76,60	96,35	76,46
58 »	44,95	92,64	79,45	97,09	80,76

» On sait, par les recherches de M. Maquenne, que l'amylocellulose n'est pas une substance définie. Elle représente des états successifs de condensation de l'amidon, diversement résistants à la chaleur et à l'action de l'amylase. Les expériences précédentes avaient pour objet de rechercher l'amylocellulose sous sa forme la moins attaquable : on en a trouvé une quantité négligeable. Des recherches en cours permettront de savoir s'il se

forme, quand le pain devient rassis, une autre amylocellulose moins résistante que la précédente.

» Quoi qu'il en soit, les résultats acquis ne permettent pas, à notre avis, de dire que la matière amylacée du pain rassis possède une valeur alimentaire différente de celle du pain frais; contrairement à ce que la rétrogradation observée sur les empois de farine pouvait faire supposer.

» En terminant, nous ferons remarquer qu'il est nécessaire de chauffer à 150° les matières dans lesquelles on se propose de doser l'amidon, afin de solubiliser l'amylocellulose qui, sans cette précaution, échapperait au dosage. »

PHYSIOLOGIE. — *Action motrice du pneumogastrique sur la vésicule biliaire.* Note de MM. **D. Courtade** et **J.-F. Guyon**, présentée par M. d'Arsonval.

« L'action motrice du grand sympathique sur les voies biliaires, admise par Heidenhain, établie d'une manière précise par M. Doyon, est aujourd'hui hors de conteste. Il n'en est pas de même de celle du pneumogastrique, négligée ou niée par la plupart des auteurs. On peut se demander, cependant, si la sphère d'influence de ce dernier nerf est réellement limitée au tube digestif seul, à l'exclusion des organes qui en dépendent immédiatement, comme la vésicule biliaire. Telle est la question que nous nous sommes efforcés de résoudre, en étudiant les réactions motrices de cet organe, lorsqu'on excite le pneumogastrique.

» Pour éviter les causes d'erreur provenant des mouvements concomitants de l'estomac, il convient d'ouvrir l'abdomen de l'animal (chien) aussi largement que possible. Dans ce but, on mène une incision le long de la ligne blanche et, après avoir sectionné les muscles droits, entre deux ligatures, on fait, perpendiculairement à la première, une seconde incision qui, à travers le diaphragme fendu dans toute sa moitié gauche, pénètre dans le huitième espace intercostal du même côté. Ce dernier a été ouvert au préalable pour mettre à nu les deux pneumogastriques thoraciques au niveau où, après s'être anastomosés réciproquement, ils se placent, l'un en avant, l'autre en arrière de l'œsophage. On a ainsi un large champ opératoire qui permet de relever complètement le foie et d'empêcher tout contact entre la vésicule biliaire et l'estomac. Il est utile, en outre, d'évacuer la bile contenue dans le cholédoque, en introduisant dans l'ampoule de Vater une canule qui maintient béante la partie inférieure du canal.

» Nous avons enregistré les contractions de la vésicule par un procédé analogue à celui de M. Doyon : ampoule en caoutchouc très mince, introduite par le bas-fond de

l'organe et communiquant, par l'intermédiaire d'un manomètre à eau, avec un tube en U, à l'extrémité libre duquel un flotteur transmet à un levier amplificateur les diverses impulsions qu'il reçoit de l'ampoule. Celle-ci est modérément gonflée avec de l'eau tiède, de manière à faire équilibre à une colonne d'eau de 10^{cm} à 12^{cm} de haut. Notons enfin que, presque toujours, nous opérions sur des chiens à bulbe sectionné.

» Dans ces conditions, en excitant avec un courant suffisamment intense (+ 20 ou + 30 bobine Gaiffe) le bout périphérique de l'un ou de l'autre pneumogastrique thoracique sectionné, on obtient une élévation très nette de la colonne manométrique. Celle-ci se traduit par une courbe plus ou moins accentuée, dont le début brusque coïncide avec la contraction du pylore, et dont la durée n'excède pas 10 ou 20 secondes en général. Elle ne peut être attribuée, croyons-nous, qu'à une contraction de la vésicule biliaire (contraction suivie, dans certains cas, d'une dilatation secondaire).

» L'expérience suivante achève d'ailleurs la démonstration :

» Si l'on supprime l'influence des nerfs qui se distribuent à la vésicule, en injectant quelques gouttes de cocaïne (solution à 2 pour 100) dans le canal cystique, une nouvelle excitation du pneumogastrique ne donne plus lieu à la moindre élévation manométrique. Si l'on recommence l'excitation au bout de 20 à 30 minutes, c'est-à-dire après élimination du poison, la vésicule se contracte comme avant la cocaïnisation.

» Ces faits indiquent nettement que, contrairement à l'opinion admise jusqu'ici, le pneumogastrique envoie des filets moteurs à la vésicule biliaire.

» Quel trajet suivent-ils? En sectionnant les rameaux gastriques des deux vagues le long de la petite courbure de l'estomac, on constate que l'excitation des pneumogastriques thoraciques n'agit plus sur la vésicule. Au contraire, en excitant l'extrémité périphérique de ces rameaux, on provoque, dans la vésicule, les mêmes contractions que tout à l'heure. Les filets vésiculo-moteurs passent donc par les branches stomacales du pneumogastrique. A vrai dire, celles-ci semblent se terminer à quelques centimètres en deçà du pylore, et la simple dissection ne permet pas de les suivre plus loin. Mais, lorsqu'on examine la région comprise entre le pylore et l'embouchure du cholédoque, on découvre, à la surface de l'épiploon hépatico-duodénal, des filets nerveux qui émergent du duodénum et se dirigent à angle aigu vers le cholédoque, auquel ils ne tardent pas à s'accoler.

» Ces filets nerveux, dont l'excitation fait contracter énergiquement la vésicule biliaire, sont en connexion avec les rameaux gastriques du vague. Il suffit, en effet, de les sectionner ou de les lier pour que l'excitation des rameaux gastriques perde toute action vésiculo-motrice. On obtient le même résultat en liant le cholédoque lui-même vers le milieu de son trajet, c'est-à-dire au delà du point où les filets venus

de la paroi du duodénum s'accolent à lui. La continuité du circuit nerveux entre ces derniers et les rameaux gastriques du vague nous semble donc expérimentalement démontrée.

» Cet ensemble de faits n'est nullement en contradiction avec ceux qui ont établi l'influence motrice du sympathique sur la vésicule biliaire. Il conduit simplement à étendre à celle-ci les notions que nous possédions déjà sur l'innervation du tube digestif proprement dit. Nous avons montré, en effet, il y a quelques années, que l'excitation du sympathique donne lieu, comme celle du pneumogastrique, à la contraction de la couche circulaire de l'estomac et de l'intestin. Mais tandis que, lorsqu'on excite le sympathique, la contraction est lente et correspond à une simple augmentation de la tonicité musculaire, elle est brusque, accentuée et relativement brève lorsqu'on excite le pneumogastrique. Les expériences que nous apportons aujourd'hui établissent, pensons-nous, que l'excitation du pneumogastrique provoque la contraction de la vésicule biliaire, contrairement à ce qu'on admettait jusqu'ici. Elles montrent, de plus, que cette contraction, au lieu d'être progressive et soutenue comme celle que produit l'excitation du sympathique (Doyon), survient d'une façon brusque et se traduit par une courbe bien marquée dont l'ascension et la descente sont également rapides. Ces résultats concordent donc avec ceux que nous avons observés naguère sur l'estomac et sur l'intestin et nous autorisent à conclure que, nerf moteur du tube digestif, le pneumogastrique est aussi nerf moteur de la vésicule biliaire. »

PHYSIOLOGIE. — *Sur la toxicité du chlorhydrate d'amyléine.* Note de MM. L. Launoy et F. Billon, présentée par M. Edmond Perrier.

« La recherche de produits chimiques jouissant de propriétés anesthésiques fait actuellement l'objet de nombreux travaux. Il y a quelque temps, Pototzky [1] publiait le résultat de ses observations relatives à l'action anesthésique et à la toxicité comparée de certains dérivés de l'acide oxybenzoïque et de l'acide amido-benzoïque. Plus récemment, M. Fourneau annonçait qu'il venait d'obtenir une série de corps, dont l'un

(1) Pototzky, *Ueber einige Versuche zur Auffindung neuer Lokalanästhetica* (*Arch. int. de Pharmacod.*, 1903, p. 129-152).

d'eux, le chlorhydrate du α-diméthylamino-β-benzoylpentanol, possédait un pouvoir anesthésique (*in loco*) marqué ([1]). Depuis lors, les essais pratiqués en chirurgie générale ([2]) ont démontré le bien fondé de cette assertion; en même temps, l'expérimentation physiologique permettait à l'un de nous de conclure à la faible toxicité du chlorhydrate d'amyléine (stovaïne); dans cette étude spéciale la toxicité du chlorhydrate de cocaïne était prise comme terme de comparaison.

» Étant donnée la grande importance de ce point particulier, nous avons repris en collaboration la détermination de la dose toxique du chlorhydrate d'amyléine, chez les animaux de laboratoire. Nous consignons dans cette Note les résultats obtenus chez le cobaye.

» Les expériences ont été toutes effectuées au moyen d'une solution à 1 pour 100 de chlorhydrate d'amyléine dans l'eau physiologique à 8,5 pour 1000 de Na Cl. Les chiffres que nous donnons ici représentent la moyenne de plus de soixante observations, faites chez des animaux à jeun de 24 heures ou normalement alimentés.

» *Dose léthale du chlorhydrate d'amyléine pour le cobaye.* — En injection sous-cutanée, pratiquée en une seule fois, à la dose de $0^g,18$ à $0^g,20$ par kilogramme, chez des animaux dont le poids varie entre 650^g et 800^g, le chlorhydrate d'amyléine détermine la mort en 6 à 8 heures. Chez des animaux dont le poids est de 550^g à 650^g, la dose léthale est de $0^g,13$ à $0^g,15$ pour 1000^g.

» *Symptômes de l'intoxication.* — Après l'injection d'une *dose toxique forte*, les traits principaux de l'action stovaïnique sont au nombre de quatre: agitation, analgésie plus ou moins complète et plus ou moins durable, vaso-dilatation cutanée temporaire, chute graduelle de la température centrale. Comme la cocaïne, la stovaïne est un poison convulsivant. A dose léthale, la crise débute 7 à 10 minutes après l'injection; elle commence par du trismus, de l'inquiétude, de la photophobie; ces premiers symptômes sont suivis d'une phase d'agitation extrême, avec impulsions motrices et hallucinations. La seconde phase s'établit par de la parésie du train postérieur, puis l'animal tombe sur le côté droit et l'on assiste à toutes les manifestations de l'intoxication cocaïnique et strychnique; les yeux sont largement ouverts, les membres en extension, la nuque rejetée en arrière. Cette phase tonique avec opisthotonos dure le plus généralement 2 à 3 minutes, une phase clonique avec soubresauts convulsifs, mouvements de natation des membres, quelquefois crise épileptiforme unilatérale, lui fait suite. A la phase clonique succède un état clonico-tonique permanent. La

---

([1]) FOURNEAU, *Comptes rendus*, février 1904.

([2]) Ces essais ont été pratiqués par MM. RECLUS et CHAPUT (*Comptes rendus de la Soc. biol.*, mai 1904) pour la Chirurgie générale; par M. DE LAPERSONNE (*Presse médicale*, avril 1904) en Chirurgie oculaire, et par M. SAUVEZ, en Chirurgie dentaire.

période tonique du début peut être de longue durée et l'animal paraît en état cataleptique; cet état cesse d'ailleurs par la plus petite excitation périphérique.

» On note pendant la crise : de la salivation, du larmoiement (faible), des mictions fréquentes, *sans hématurie*. Au début l'animal présente de la dyspnée, puis le rythme respiratoire se ralentit, devient enfin inégal, apnéique. Pendant toute la durée de la crise l'*état des réflexes :* cornéen, conjonctival, anal, abdominal, n'est pas sensiblement modifié; ils paraissent, au début, plutôt exaltés. Les réflexes pupillaires (réaction à la lumière et accommodation) sont également conservés.

» A dose léthale *injectée d'emblée*, après 2 ou 3 heures, la crise convulsive s'amende, les membres sont en résolution, les réflexes diminuent puis sont abolis, l'animal meurt tardivement, par asphyxie.

» A l'autopsie, on observe une légère vaso-dilatation intestinale, de la congestion pulmonaire, hépatique et rénale. Les poumons sont souvent hémorragiques.

» En outre de la vaso-dilatation périphérique déterminée par la stovaïne, il faut également noter l'action sur la température. A dose *fortement toxique* (léthale ou non), la stovaïne produit toujours de l'abaissement thermique, comme le démontrent entre autres les deux expériences suivantes :

Cobaye : ♀ 730^g. Injecté à la dose de $0^g,20$ pour 1000, à 1^h45^m. La température centrale, prise au moyen du thermomètre rectal,

à $1^h.50^m$	*est de*	$38^o,6$
2. 5	»	38,7
2.20	»	37,6
2.35	»	36,6
2.50	»	35,1
3. 5	»	34,4
3.20	»	34,2
3.35	»	33,7
5.30	»	30,5

L'animal succombe à 9^h du soir.

Cobaye : ♀ 700^g. Injecté à raison de $0^g,20$ pour 1000. La température centrale, prise au moyen du thermomètre rectal,

à $3^h.0^m$	*est de*	$38^o,1$
3.15	»	36,5
3.30	»	36,9
3.45	»	33,5
4.30	»	33,3
4.45	»	32,7
5.30	»	33,3
6. 0	»	33,4
6.30	»	34,2
8. 0	»	36,6

L'animal *a survécu*. On a noté l'expulsion prématurée de deux fœtus.

» Dans ces expériences, les animaux étaient laissés libres et non protégés contre la déperdition thermique possible, par rayonnement.

» *En résumé*, de cette Note il résulte que le Tableau de l'intoxication stovaïnique (chez les animaux *injectés d'emblée*, de *doses mortelles* ou *fortement toxiques*) se rapproche à certains égards (crises toniques et cloniques) de celui de l'intoxication cocaïnique. Il s'en différencie par d'autres côtés : vaso-dilatation *périphérique* au moment de l'injection [1]; abaissement ther-

[1] Au cours de l'anesthésie locale pratiquée suivant la technique courante en Chirurgie générale, la vaso-dilatation périphérique est le seul symptôme qui soit à noter.

mique *central*. D'autre part, nos déterminations comparatives nous autorisent à dire que, si l'on représente par 1 la dose léthale du chlorhydrate de cocaïne pour le cobaye, la dose léthale de stovaïne sera représentée par 2. De même, si l'on représente par 1 la dose minimum de HCl de cocaïne produisant des symptômes d'intoxication, celle-ci sera représentée par 3 pour le chlorhydrate d'amyléine. Inversement, la *toxicité* du chlorhydrate de cocaïne étant 1, la toxicité du chlorhydrate d'amyléine sera $\frac{1}{2}$ ou $\frac{1}{3}$. »

PHYSIOLOGIE PATHOLOGIQUE. — *Contribution à l'étude de l'albumosurie de Bence-Jones*. Note de MM. **G. Patein** et **Ch. Michel**, présentée par M. Armand Gautier.

« Les *albumoses* se distinguent surtout des *albumines* par les trois caractères suivants : 1° elles *ne sont pas coagulables par la chaleur*, même en présence des sels neutres; 2° elles sont *solubles dans l'alcool faible;* 3° elles donnent, *avec l'acide azotique*, un précipité qui se dissout à l'ébullition pour reparaître après refroidissement.

» On peut rencontrer des urines contenant des albumoses. On a signalé le fait dans l'*ostéomalacie;* l'urine, dans ces cas, contiendrait un mélange de *protalbumose*, de *dysalbumose* et peut-être d'*hétéroalbumose*. Mais, en outre, on a donné le nom d'*albumosurie de Bence-Jones* à un symptôme que ce dernier a constaté en 1847 et qu'on a remarqué un certain nombre de fois chez des malades atteints de *sarcomatose multiple des os* (*Maly's Jahrbericht*, *Revue de Médecine*, 1904). L'albumose de Bence-Jones, qui présenterait quelques propriétés des véritables albumoses, est caractérisée *par la solubilité plus ou moins complète, à l'ébullition et sans addition d'aucun réactif, du précipité obtenu à une température inférieure*. De plus, la *coagulabilité par la chaleur disparaît en présence de l'acide acétique*.

» M. Deitraume (*Bulletin des Sciences pharmacologiques*, 1904) décrit très bien le phénomène de la coagulation. « Jusqu'à 48°, dit-il, rien à noter; » à cette température un louche se forme et s'accentue légèrement; à » 58° la masse devient subitement d'un blanc laiteux; à 62° des caillots se » forment; 65° est le maximum de coagulation : les caillots se réunissent » en un seul bloc semblable à du lait caillé et se tiennent au fond du » récipient. » Si l'on dépasse la température de 65° et qu'on atteigne l'ébullition, le liquide s'éclaircit et le coagulum disparaît plus ou moins complètement pour réapparaître pendant le refroidissement.

» Nous avons eu plusieurs fois, et *dans des cas pathologiques différents*,

l'occasion d'examiner des urines semblables; celle qui fait l'objet de la présente Note a la composition suivante :

» *Urine des 24 heures:* 1480^{cm^3}; *Densité:* 1,019; *Acidité en* HCl : $1^g,31$; *acide phosphorique :* $1^g,52$; *chlorures :* $7^g,90$; *urée :* $19^g,17$; *albumine :* $13^g,00$; *glucose : néant. Au microscope : cristaux d'acide urique, leucocytes, cellules épithéliales de la vessie.*

» ACTION DE LA CHALEUR. — *a.* Si l'on chauffe l'urine seule au bain-marie on constate qu'elle commence à se troubler à 52°; la coagulation est maxima à 65°-70°; si l'on dépasse cette température le coagulum semble subir une sorte de fusion et disparaître en grande partie; on filtre à 98°; il reste sur le filtre une masse pâteuse adhérente au thermomètre et correspondant à 12^g par litre. Le liquide filtré se trouble par refroidissement et abandonne un dépôt floconneux qui se redissout dès qu'on chauffe.

» *b.* L'urine est additionnée de quelques gouttes d'acide acétique au $\frac{1}{10}$; sous l'influence de cette augmentation d'acidité le trouble apparaît à 42°; mais le dosage ne donne plus que 4^g par litre et le liquide filtré chaud abandonne le restant de l'albumine dissoute par refroidissement, pour redevenir limpide dès qu'on le chauffe.

» *c.* Si la proportion d'acide acétique est augmentée il n'y a plus de coagulation.

» *d.* Si l'on diminue au contraire l'acidité de l'urine en l'additionnant de moitié de son volume d'*eau de chaux* de façon qu'elle rougisse à peine le papier de tournesol bleu, le trouble n'apparaît plus qu'à 63°; la coagulation est complète à 75° et quoique la température ait atteint 98° le liquide filtré est absolument privé d'albumine et trouble à peine le réactif de Tanret. Le dosage a donné 13^g d'albumine par litre.

» ACTION DE L'ALCOOL. — L'urine est additionnée de son volume d'alcool à 90° centésimaux et chauffée vers 60°; l'albumine est entièrement coagulée et le liquide filtré n'en retient pas. Les albumoses sont solubles dans ces conditions.

» ACTION DE $MgSO^4$. — L'urine neutralisée et saturée de $Mg SO^4$ perd toute son albumine; après filtration elle ne précipite plus par le réactif de Tanret.

» ACTION DE L'ACIDE AZOTIQUE. — Précipité à froid, ne se dissolvant pas d'une façon sensible à l'ébullition; insoluble dans l'alcool.

» ACTION DU NaCl. — L'urine saturée de NaCl précipite abondamment; mais, si elle a été préalablement neutralisée, il ne se forme que quelques flocons.

» *Pouvoir rotatoire.* — L'urine, additionnée de la moitié de son volume d'eau de chaux et filtrée, est suffisamment limpide pour être passée au polarimètre. On a trouvé $\alpha_D = -48°$; A. Gautier indique $-47°,2$ pour la *globuline.*

» La matière albuminoïde est donc de la *globuline* pure. Si elle présente des caractères anormaux au premier abord, ceux-ci tiennent à la nature du milieu dans lequel elle se trouve en dissolution, et deviennent normaux dès qu'on neutralise ce milieu. L'un de nous a signalé ces faits : pour les *albumines urinaires* (*Comptes rendus*, 1889) et pour des *albumines du sang* (*Comptes rendus de la Société de Biologie*, 1891, p. 210).

» CONCLUSIONS. — La matière albuminoïde qui a reçu le nom d'*albumose de Bence-Jones* n'est pas une *albumose* et doit être rangée parmi les *albumines;* dans la présente observation elle est constituée par de la *globuline;*

elle peut l'être également par de la *sérine* dans d'autres cas. On ne doit faire rentrer dans la classe des albumoses que des matières albuminoïdes *non coagulables par la chaleur en liqueur neutre.* »

CHIMIE BIOLOGIQUE. — *Grandeur du besoin d'albumine dans le régime alimentaire humain.* Note de MM. **H. Labbé** et **Morchoisne**, présentée par M. Ditte.

« Une des questions les plus importantes qui aient attiré l'attention des physiologistes est celle qui consiste à déterminer la proportion des matières albuminoïdes nécessaires à l'entretien régulier du fonctionnement vital des organismes vivants. Pour une série de raisons d'ordre différent : social, économique, militaire et thérapeutique, c'est la détermination de la ration albuminoïde humaine qui présente le plus vif intérêt. Les résultats obtenus jusqu'à présent sont assez discordants : les uns, à l'exemple de Pettenkoffer et Vört, ont posé, comme grandeur moyenne du besoin quotidien d'albumine, des chiffres variant entre 100^g et 150^g par jour.

» Quelques auteurs, n'admettant pas ce chiffre élevé, ont abaissé la grandeur du besoin d'albumine à 72^g-75^g. Enfin, certains physiologistes ont pensé, pour diverses raisons, que la grandeur du besoin albuminoïde chez l'homme devait être plus faible encore. Ceux qui sont arrivés au résultat le plus remarquable, comme Hirschfeld, Kumagara, Lapicque, et surtout Breisacher, ne sont pas descendus au-dessous d'une consommation de 45^g d'albumine en moyenne par 24 heures, pour maintenir l'équilibre azoté du sujet.

» Dans une expérience où nous nous sommes placés dans des conditions différentes, plus favorables à l'observation rigoureuse des consommations d'albumine, nous sommes arrivés à des chiffres beaucoup moins élevés. Le sujet, l'un des expérimentateurs lui-même, a été mis, après avoir été observé trois jours au régime mixte, à un régime végétal albuminoïde exclusif, auquel il est resté soumis toute la durée de l'expérience.

» Ce régime se composait exclusivement des éléments suivants : pain, lentilles, haricots, pommes de terre, carottes, marrons, endives, pommes, oranges, confitures, beurre, sucre, chocolat, vin. Lorsque les chiffres très restreints d'azote à ingérer ne permirent plus au sujet d'absorber une alimentation végétale naturelle, l'ensemble des éléments précédents fut remplacé par une galette fabriquée *ad hoc*, composée de fécule en grande proportion, d'un peu de farine et de levure de bière. Quels qu'aient été les abaissements de l'albumine ingérée, la disponibilité des calories nécessaires à l'entretien de la chaleur et de l'énergie vitale (en moyenne 2400^{cal} à 2800^{cal}) fut largement assurée au sujet par un apport convenable de graisses et de féculents.

» Dans l'expérience qui a présenté la durée inusitée de 38 jours, les chiffres extrêmes d'albumine journalière utilisée ont été de 88g,5 pour le premier jour et 6g,6 pour le dernier. La décroissance n'était pas régulière; le même taux d'albumine étant conservé quelques jours pour permettre à l'équilibre azoté de s'établir. Les résultats sont exprimés dans le Tableau ci-dessous :

Dates.	Azote ingéré.	Azote éliminé.	Urée par 24 heures.	Poids du corps.	Dates.	Azote ingéré.	Azote éliminé.	Urée par 24 heures.	Poids du corps.
2 févr..	14,10	13,120	23,07	64,975	21 févr..	4,15	4,680	7,49	64,900
3 » ..	14,12	13,147	23,63	65,025	22 » ..	4,12	4,052	4,79	64,950
4 » ..	14,17	12,667	22,60	65,050	23 » ..	3,56	4,210	4,59	64,200
5 » ..	14,33	10,269	18,40	65,375	24 » ..	3,45	3,650	5,74	64,150
6 » ..	11,69	10,620	18,62	65,425	25 » ..	3,46	3,750	5,29	64,400
7 » ..	11,72	10,536	18,11	65,550	26 » ..	2,80	4,088	4,90	64,350
8 » ..	11,59	10,011	18,14	65,700	27 » ..	2,36	3,120	3,74	64,000
9 » ..	9,67	8,722	16,40	65,300	28 » ..	2,36	3,370	3,03	63,950
10 » ..	8,86	9,266	17,47	65,275	29 » ..	2,36	2,660	2,29	64,050
11 » ..	8,89	8,750	17,64	65,200	1 mars..	1,72	2,580	4,07	64,000
12 » ..	7,25	7,900	14,22	65,300	2 » ..	1,55	2,690	2,51	64,050
13 » ..	7,25	8,320	15,74	64,950	3 » ..	1,61	2,550	0,96	64,050
14 » ..	7,25	7,520	13,75	65,000	4 » ..	1,06	2,190	0,46	64,025
15 » ..	5,92	7,120	13,11	64,650	5 » ..	6,12	3,900	3,68	......
16 » ..	5,98	6,098	9,66	64,725	6 » ..	7,53	6,510	7,04	63,200
17 » ..	5,99	6,435	10,09	64,850	7 » ..	11,35	6,680	10,69	63,200
18 » ..	5,20	5,889	10,22	64,850	8 » ..	10,88	9,400	17,07	63,000
19 » ..	4,77	5,980	9,50	64,850	9 » ..	10,71	9,260	16,16	......
20 » ..	4,22	4,880	8,73	64,700	10 » ..	13,25	11,460	20,79	......

» L'azote ingéré a été évalué d'après la composition moyenne des matériaux alimentaires donnée par les Tables et les divers auteurs (sauf pour les haricots et lentilles qui ont été dosés directement).

» L'azote excrété a été dosé tous les jours par la méthode de Kjeldahl dans le liquide urinaire. L'urée a été dosée quotidiennement par la méthode de Mörner et Söquoist. Le poids évalué tous les jours est resté très sensiblement constant pendant la durée de l'expérience. Les variations ne semblent dues qu'à des éliminations ou des rétentions irrégulières d'eau.

» Les oscillations minimes produites par ces décharges aqueuses ne sont pas en rapport avec les variations possibles de l'équilibre azoté du sujet. Durant l'expérimentation, 267g,37 d'azote ont été ingérés, et 257g,050 éliminés par l'émonctoire urinaire. En calculant le coefficient d'assimilation des éléments albuminoïdes pour l'ensemble de cette période, on le trouve égal à 97,1 pour 100. Le coefficient d'élimination par les matières fécales ou de rétention atteint 3,7 pour 100, chiffre sensiblement inférieur à celui des régimes usuels.

» Dans cette expérience où, pour l'ensemble, l'équilibre azoté du sujet a été conservé, on constate qu'on a pu faire impunément descendre l'ingestion albuminoïde. L'excrétion azotée urinaire qui, d'après les données classiques, aurait dû conserver une valeur constante correspondant à la désassimilation azotée journalière et nécessaire du sujet, n'a jamais, en réalité, dépassé l'ingestion. Les minimes excès de l'excrétion azotée sur l'absorption azotée n'ont pas été supérieurs aux erreurs que l'on peut faire sur la composition des matériaux alimentaires employés. Le besoin d'azote de l'organisme du sujet a toujours été couvert par les ingestions d'azote, même les plus minimes.

» La formation de l'urée et son élimination ont d'ailleurs suivi une marche parallèle à celle de l'azote total. Le sujet resté en parfaite santé, au bout d'une période de 36 jours d'alimentation albuminoïde végétale, régulièrement décroissante, qu'il aurait pu prolonger sans inconvénients, éliminait une quantité journalière d'urée inférieure à $0^g,5$. »

MÉDECINE. — *Sur dix cas d'hypertension artérielle traités par la d'arsonvalisation.* Note de M. **A. Moutier**, présentée par M. d'Arsonval.

« Nous venons d'avoir à traiter dernièrement dix malades atteints d'artério-sclérose, qui viennent confirmer les résultats que nous exposions dans une Note précédente (¹).

» Tous ces malades étaient depuis très longtemps atteints d'artério-sclérose, la plupart avaient suivi tous les traitements usités, tous continuaient à suivre le régime approprié au point de vue de l'hygiène et de l'alimentation sans avoir pu obtenir l'abaissement de leur pression artérielle. Or, chez sept de ces malades, la pression artérielle est revenue à la normale d'une façon très rapide; il a suffi, pour cela, de quatre séances de d'arsonvalisation dans deux cas; de cinq séances dans deux autres cas; de six séances chez deux autres malades, et enfin de sept séances pour le dernier, ainsi que le montre le Tableau suivant :

Pression artérielle avant et après les séances.

1re séance....	23 -19	19 -17	19 -17	21 -19	21 -19	20-18	20 -17,5
2e »	18,5-16,5	17 -16	18 -15,5	18 -17	19,5-18	18-16	18 -17
3e »	17 -16	16,5-15,5	17,5-15	17 -16	18 -17	17-16	18 -16,5
4e »	16 -15	17 -15	16,5-15	16 -15	17,5-16,5	16-15,5	17,5-15,5

(¹) *Comptes rendus*, séance du 21 mars 1904.

5e séance....	15	15 -15	16 -15	15,5-15	17 -16	16-15	16 -15
6e »			15	15 -15	16 -15	17-15	15,5-15
							15,5-15
7e »					15 -15	15-15	15 -15

» Pour des causes particulières, chez trois autres malades, l'abaissement fut plus tardif, puisqu'il ne fut obtenu qu'après onze, douze et quinze séances.

Pression artérielle avant et après les séances.

1re séance.....	24 -19,5	28 -24	28 -24
2e »	19,5-17,5	24 -20	24 -22
3e »	19 -17	21 -19	22 -20
4e »	18 -16,5	19 -18,5	21 -19,5
5e »	17,5-16	19 -17	20 -18
6e »	17 -15,5	18 -17	21 -19,5
7e »	16,5-15,5	17 -15	18,5-16,5
8e »	16 -15	17 -16,5	16,5-15,5
9e »	15,5-15	16 -16	17,5-15
10e »	15,5-15	16,5-15	17 -16
11e »	16 -15	16 -15	17 -15,5
12e »	15 -15	16 -15	16 -15
13e »		15 -15	15,5-15
14e »			16 -15
15e »			15,5-15,5
16e »			15 -15

» Chez tous ces malades, comme du reste dans tous les cas que nous avons observés jusqu'ici, la pression artérielle a été ramenée à la normale. En même temps, chez certains de ces malades, on a vu disparaître la plupart des symptômes de l'artério-sclérose, tandis que, chez d'autres, on a observé un état stationnaire; souvent, après la cure électrique, comme après les cures thermales, on observe un peu de fatigue et l'amélioration ne se produit qu'ultérieurement.

» De tout ceci on peut conclure que la d'arsonvalisation constitue actuellement un traitement très efficace de l'hypertension artérielle et aussi un traitement prophylactique de l'hémorragie cérébrale. »

M. **Stockhammer** adresse un Complément à son Ouvrage sur la Stéréoscopie.

La séance est levée à 5 heures.

G. D.

N° 22.

TABLE DES ARTICLES. (Séance du 30 mai 1904.)

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS
DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

NOMINATIONS.

MÉMOIRES PRÉSENTÉS.

CORRESPONDANCE.

N° 22.

SUITE DE LA TABLE DES ARTICLES.

PARIS. — IMPRIMERIE GAUTHIER-VILLARS,
Quai des Grands-Augustins, 55.

Le Gérant : Gauthier-Villars.

1904

PREMIER SEMESTRE.

COMPTES RENDUS

HEBDOMADAIRES

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES

PAR MM. LES SECRÉTAIRES PERPÉTUELS.

TOME CXXXVIII.

N° 23 (6 Juin 1904).

PARIS,

GAUTHIER-VILLARS, IMPRIMEUR-LIBRAIRE

DES COMPTES RENDUS DES SÉANCES DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES,

Quai des Grands-Augustins, 55.

1904

RÈGLEMENT RELATIF AUX COMPTES RENDUS

ADOPTÉ DANS LES SÉANCES DES 23 JUIN 1862 ET 24 MAI 1875

Les *Comptes rendus hebdomadaires des séances de l'Académie* se composent des extraits des travaux de ses Membres et de l'analyse des Mémoires ou Notes présentés par des savants étrangers à l'Académie.

Chaque cahier ou numéro des *Comptes rendus* a 48 pages ou 6 feuilles en moyenne.

26 numéros composent un volume.

Il y a deux volumes par année.

ARTICLE 1er. — *Impression des travaux de l'Académie.*

Les extraits des Mémoires présentés par un Membre ou par un associé étranger de l'Académie comprennent au plus 6 pages par numéro.

Un Membre de l'Académie ne peut donner aux *Comptes rendus* plus de 50 pages par année.

Toute Note manuscrite d'un Membre de l'Académie ou d'une personne étrangère ne pourra paraître dans le *Compte rendu* de la semaine que si elle a été remise le jour même de la séance.

Les Rapports ordinaires sont soumis à la même limite que les Mémoires; mais ils ne sont pas compris dans les 50 pages accordées à chaque Membre.

Les rapports et Instructions demandés par le Gouvernement sont imprimés en entier.

Les extraits des Mémoires lus ou communiqués par les Correspondants de l'Académie comprennent au plus 4 pages par numéro.

Un Correspondant de l'Académie ne peut donner plus de 32 pages par année.

Les *Comptes rendus* ne reproduisent pas les discussions verbales qui s'élèvent dans le sein de l'Académie; cependant, si les Membres qui y ont pris part désirent qu'il en soit fait mention, ils doivent rédiger, séance tenante, des Notes sommaires, dont ils donnent lecture à l'Académie avant de les remettre au Bureau. L'impression de ces Notes ne préjudicie en rien aux droits qu'ont ces Membres de lire, dans les séances suivantes, des Notes ou Mémoires sur l'objet de leur discussion.

Les Programmes des prix proposés par l'Académie sont imprimés dans les *Comptes rendus*, mais les Rapports relatifs aux prix décernés ne le sont qu'autant que l'Académie l'aura décidé.

Les Notices ou Discours prononcés en séance publique ne font pas partie des *Comptes rendus*.

ARTICLE 2. — *Impression des travaux des Savants étrangers à l'Académie.*

Les Mémoires lus ou présentés par des personnes qui ne sont pas Membres ou Correspondants de l'Académie peuvent être l'objet d'une analyse ou d'un résumé qui ne dépasse pas 3 pages.

Les Membres qui présentent ces Mémoires sont tenus de les réduire au nombre de pages requis. Le Membre qui fait la présentation est toujours nommé; mais les Secrétaires ont le droit de réduire cet Extrait autant qu'ils le jugent convenable, comme ils le font pour les articles ordinaires de la correspondance officielle de l'Académie.

ARTICLE 3.

Le *bon à tirer* de chaque Membre doit être remis à l'Imprimerie le mercredi au soir, ou, au plus tard, le jeudi à 10 heures du matin; faute d'être remis à temps, le titre seul du Mémoire est inséré dans le *Compte rendu* actuel, et l'extrait est renvoyé au *Compte rendu* suivant et mis à la fin du cahier.

ARTICLE 4. — *Planches et tirage à part.*

Les *Comptes rendus* ne contiennent ni planches, ni figures.

Dans le cas exceptionnel où des figures seraient autorisées, l'espace occupé par ces figures comptera pour l'étendue réglementaire.

Le tirage à part des articles est aux frais des auteurs; il n'y a d'exception que pour les Rapports et les Instructions demandés par le Gouvernement.

ARTICLE 5.

Tous les six mois, la Commission administrative fait un Rapport sur la situation des *Comptes rendus* après l'impression de chaque volume.

Les Secrétaires sont chargés de l'exécution du présent Règlement.

Les Savants étrangers à l'Académie qui désirent faire présenter leurs Mémoires par MM. les Secrétaires perpétuels sont priés de les déposer au Secrétariat au plus tard le Samedi qui précède la séance, avant 5h. Autrement la présentation sera remise à la séance suivante.

ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 6 JUIN 1904,

PRÉSIDENCE DE M. MASCART.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

ASTRONOMIE. — *Sur la parallaxe du Soleil.*
Note de M. **Bouquet de la Grye.**

« L'Académie des Sciences m'avait chargé en 1886 de tirer parti des données recueillies par les membres des missions françaises du passage de Vénus de 1882 et en particulier de mesurer les clichés obtenus dans diverses stations. Il s'agissait de déterminer avec l'approximation la plus grande possible la parallaxe solaire base du système astronomique et de vérifier, ce qui paraissait douteux, si l'on pouvait conserver le chiffre adopté par Le Verrier, 8″, 86, quoiqu'il ait paru être confirmé par les observations françaises du passage de 1874.

» Plusieurs procédés pouvaient être employés pour arriver au résultat cherché; le premier, le plus ancien, basé sur la méthode de Halley, avait semblé récemment inefficient au savant M. Puiseux, qui, il est vrai, n'avait pu introduire dans les formules usuelles que les premières données des observations françaises de 1882. Elles étaient contenues dans les *rapports préliminaires*, qui depuis ont reçu des corrections importantes, notamment en ce qui concerne les positions des stations en longitude. C'est à ce procédé que j'ai eu d'abord recours en m'aidant des Notes contenues dans les cahiers originaux et en appliquant au besoin aux observations les corrections données par M. André dans son Mémoire sur les contacts apparents et géométriques.

» Les équations qui doivent donner la correction d'une parallaxe adoptée (et dans le cas présent elle était de 8″, 86) s'appuient sur les différences entre les heures des contacts calculées et observées.

» Pour avoir les premières M. Puiseux, dans la *Connaissance des Temps* de 1875, a donné une formule permettant d'obtenir les valeurs des distances des centres du Soleil et de Vénus correspondant à des heures déterminées; puis, dans la *Connaissance des Temps* de 1878, une formule plus compliquée mais plus exacte.

» Les deux formules s'appuient sur les coordonnées des deux astres; mais, au lieu d'adopter purement et simplement celles tabulaires de Vénus, nous leur avons apporté les corrections qui résultaient le jour du phénomène des passages des deux astres aux lunettes méridiennes des grands observatoires et des stations des diverses missions. On réduisait ainsi l'erreur en X et en Y du centre de Vénus dans les équations finales.

» En employant les deux formules, nous avons calculé de minute en minute, de 2^h à $8^h 20^m$, temps moyen de Paris, les distances des deux astres pour les onze stations françaises en même temps que les coefficients S, qui interviennent dans les équations, et les sinus et cosinus de l'angle formé par la ligne des centres avec le parallèle. Ceci fait, nous avons pu écrire 88 équations, entre lesquelles on a choisi celles similaires qui, groupées, en ajoutant ensemble les équations des contacts extérieurs ou des contacts intérieurs, puis en retranchant les résultats obtenus au sud de l'équateur de ceux du nord, faisaient apparaître des valeurs de la correction de la parallaxe. Cette correction, avec l'ensemble des résultats et l'application de la première formule, a été trouvée de $-0{,}065$ et, avec la seconde formule, de $-0{,}053$. Dans les deux cas l'approximation apparente est de un centième de seconde. Nous estimons donc que l'on peut adopter la parallaxe de 8,80.

» Il est un autre procédé qui, malheureusement, n'a pu être réalisé qu'en employant les données réunies à Puebla et à Santa-Cruz, en prenant la distance de Vénus au bord du Soleil à l'aide de vis micrométriques. Dans ce cas, la longueur adoptée pour le rayon du Soleil intervient dans chaque donnée, et, comme rien ne prouve que cette longueur, ou plutôt que la limite du bord du Soleil soit appréciée de la même façon par les observateurs, il importe absolument de la faire disparaître, et cela n'est possible que dans le cas où l'erreur des longitudes des stations peut être considérée comme infiniment petite. Dans les deux stations considérées, les distances mesurées ont été introduites dans des équations de la forme $D_0 - D_c = K + at + bt^2$, t représentant le temps moyen de Paris, K, a et b des coefficients à déterminer et $D_0 - D_c$ la différence entre la distance des centres calculée et observée.

» On a pu ensuite calculer, de 10 minutes en 10 minutes, les valeurs moyennes $D_0 - D_c$. En retranchant ensuite les nombres obtenus au sud, c'est-à-dire à Santa-Cruz, de ceux de Puebla, on a abouti à une correction de la parallaxe qui a été de $-0{,}087$. Elle ne saurait d'ailleurs être mise en parallèle avec les précédentes, ne reposant que sur deux stations, et elle n'est donnée ici que pour mémoire.

» Passons à la mesure des plaques.

» J'avais, en 1884, avec la collaboration de M. Arago, effectué des essais de mesures sur un certain nombre de bons clichés obtenus par lui à Puebla. Ces essais avaient paru satisfaisants. Des méthodes de mensuration et de calculs avaient été étudiées ainsi que la durée du travail pour chaque opération. Le nombre des clichés rapportés dans différentes stations s'élevait à 1500; mais, en réalité, il n'y en avait que 900 utilement mesurables.

» J'avais estimé la dépense d'un tel travail à une cinquantaine de mille francs, étant entendu que chaque cliché passerait deux fois sur la machine à mesurer et que chaque calcul serait fait en double. Ce chiffre pouvait paraître bien minime, si on le comparait à pareille somme dépensée quelques années avant pour la mesure de cinquante plaques daguerriennes du passage de Vénus de 1874, mais j'espérais aboutir, en organisant les mensurations industriellement, en employant des femmes suivant le conseil de M. Rutherfurd.

» Le Parlement, sur la demande de l'Académie des Sciences, ayant accordé les fonds nécessaires, un atelier fut établi dans le rez-de-chaussée de l'Institut, où furent employés successivement trois hommes et huit femmes [1].

» Les appareils, au nombre de trois, avaient été construits par Brunner, avec le soin que cet artiste mettait dans tous ses travaux. Des microscopes donnaient les valeurs en x et en y des pointés avec une approximation qui allait à 1^{μ}. Comme ces pointés sur le bord peu précis de Vénus et du Soleil demandaient une grande attention de même que la lecture des micromètres, le travail fut organisé par couples, une personne restant à la machine, pendant que l'autre inscrivait les mesures qui, pour chaque partie, astres ou intersection des réseaux, durait environ 1 heure. Il y avait alors interversion des rôles.

» La commission du passage de Vénus avait décidé que les images du

(1) Une pareille organisation a servi ultérieurement au grand travail de la Carte du Ciel à l'Observatoire de Paris.

Soleil sur les clichés seraient agrandies par l'interposition d'un système optique à l'oculaire de la lunette photographique. Frappée de ce fait que les molécules d'argent réparties dans la gélatine avaient une grosseur appréciable et indépendante de la grandeur de l'image, en agrandissant cette dernière on se mettait à l'abri du grossissement par le microscope de ces molécules dans une image plus petite et en prenant des verres aplanétiques on croyait tout au moins que, si des déformations avaient lieu par l'effet du véhicule, elles seraient régulières.

» Pour en avoir la valeur et pour pouvoir corriger les pointés, un réseau de fils venait impressionner chaque image et de la comparaison des mesures faites sur le réticule et sur l'image devaient découler les corrections relatives à chaque croisée de fils et la valeur de l'agrandissement.

» Or les déformations se sont montrées irrégulières et les lignes que l'on pourrait appeler cotidales résultant de la moyenne des déformations sur l'ensemble de toutes les plaques d'une station, n'avaient aucune régularité par rapport au centre optique de la lunette.

» D'un autre côté, d'une plaque à l'autre on trouvait aussi des variations notables. Dans ces conditions, pour avoir les corrections à apporter aux points faits autour du Soleil et de Vénus, il fallait tout d'abord mesurer chaque réseau et tenir compte de la déformation en même temps que de la différence de réfraction par rapport au centre du Soleil.

» Pour avoir les centres des deux astres on a opéré de la manière suivante : 64 pointés ont été répartis également autour du disque du Soleil, 24 autour de celui de Vénus. Toutes ces mesures corrigées en x et en y comme nous venons de le dire ont été introduites dans des équations générales de la forme $ay^2 + bx^2 + cxy + dy + ex + K = 0$ et l'on en a déterminé les coefficients en résolvant les équations de condition par une méthode abrégée du fait de l'égale répartition des pointés autour des astres.

» On en a tiré la valeur des centres de l'ellipse, par rapport aux axes médians, leur grand et leur petit axe et l'inclinaison du second sur le premier.

» La longueur de ce procédé qui, pour chaque plaque, demandait 48 feuilles de calculs ne l'a fait employer d'une façon complète que pour les 274 clichés de la station de Puebla ; pour une partie seule des clichés des autres stations, il est resté comme contrôle ; le nombre des pointés est descendu de 64 à 60 pour le Soleil, mais répartis de manière à donner un maximum de précision et un minimum de calculs.

» Ce sont les résultats de ces mesures et de ces calculs préliminaires

faits dans l'atelier de l'Institut que j'ai déposés sur la table de l'Académie. Il restait à définir le centre de Vénus lorsque son contour n'était qu'en partie engagé dans le disque du Soleil à l'entrée et à la sortie ; les mesures relatives à cette opération m'avaient été réservées : elles ont été faites chez moi avec les calculs subséquents, qui ont été fort longs.

» Ceux-ci consistaient à déterminer les distances des centres des astres et, ces distances étant exprimées en millimètres et fractions, à les convertir en secondes d'arc pour les comparer aux mêmes distances calculées au moyen des formules indiquées plus haut.

» On pouvait pour cela partir des mesures du réticule faites dans les stations en le collimant avec une des grandes lunettes dont on connaissait très exactement la valeur du tour de vis du micromètre, puis en les rapportant par comparaison avec la grandeur en millimètres du réseau imprimé sur les clichés. Un autre procédé pouvait consister à diviser le diamètre tabulaire du Soleil par sa longueur mesurée sur les clichés.

» Or nous avons dit que les pointés pouvaient être faits à 1^{μ} près lorsque l'objet (par exemple un grain de poussière) était exactement défini. Mais il est loin d'en être ainsi pour le bord du Soleil.

» Qu'il s'agisse d'une vision oculaire ou d'une impression lumineuse faite sur un cliché, il y a une transition entre le clair et l'obscur qui est choisie différemment comme la limite du disque par les divers observateurs.

» Le centre des astres peut rester le même, mais le diamètre diffère, et la différence, qui va à 2 secondes d'arc, s'accentue par le fait que la mise au point n'est pas parfaite, est inégale dans les stations et aussi que, en 1882, on ne savait pas diminuer l'irradiation produite par une réflexion sur la deuxième surface de la plaque en la couvrant d'un vernis spécial.

» Dans les Tableaux que nous fournirons la distance des centres exprimée en millimètres est donnée avec une approximation de quelques microns, mais l'écart relatif peut être plus grand lorsque cette distance est donnée en secondes d'arc.

» Quoi qu'il en soit, nous sommes en possession d'environ 900 valeurs des différences entre les longueurs des distances mesurées et calculées qui doivent figurer dans l'équation

$$\mathrm{S}\, d\pi + \cos\omega\, dx + \sin\omega\, dy - \frac{d\mathrm{D}}{dt} d\mathrm{L} = +\mathrm{D}_0 - \mathrm{D}_c,$$

les termes $\cos\omega\, dx$ et $\sin\omega\, dy$ étant les mêmes dans toutes les équations.

Nous avons réduit ces dernières à 34 en prenant les moyennes de $D_0 - D_c$ de 10 en 10 minutes de $2^h 30^m$ à 8^h, et en les ajoutant toutes on fait disparaître dans chaque station les erreurs dues aux Longitudes.

» Si l'on fait alors la différence entre ces sommations d'une station Nord et d'une station Sud, les termes en cosinus et en sinus disparaissent et la valeur de $d\pi$ est donnée par $\frac{\Sigma D_0 - D_c}{\Sigma S}$.

» Malheureusement on n'a que cinq stations ayant fourni des séries complètes de plaques, le nombre des combinaisons n'est ainsi que de six et la valeur des données, comme nous l'avons dit, est liée à l'approximation de la traduction du millimètre en secondes d'arc.

» Le résultat obtenu par trois procédés $-0,072$ $-0,074$ $-0,068$ pour la correction de la parallaxe du Soleil est toutefois loin d'avoir l'approximation résultant de la méthode des contacts.

» Ce qui motive et en même temps excuse la longueur des calculs de cette recherche par la mesure des clichés, c'est qu'il y avait toute probabilité que des faits nouveaux résulteraient de l'étude d'un si grand nombre de documents.

» Nous avons déjà indiqué à l'Académie comment de la mesure très étudiée de la silhouette de Vénus on pouvait déduire des phénomènes particuliers intéressant son atmosphère et laissant pressentir des vents analogues à ceux qui soufflent à la surface de la Terre et qui sont une conséquence de sa rotation.

» L'étude des diamètres polaires et équatoriaux sur un ensemble de plus de deux mille données permet d'affirmer que Vénus a un aplatissement analogue à celui de la Terre, et de tirer des meilleurs clichés qu'il existe, au pôle Sud, une surélévation extraordinaire qui altère en ce point la forme générale de la planète.

» Cet aplatissement ne vient-il pas confirmer une rotation déclarée certaine par les anciens astronomes, mais mise en doute il y a quelques années?

» D'autres conséquences pratiques résultent des mesures des déformations de la gélatine; j'ai vérifié qu'après 22 ans on retrouve les mêmes valeurs, ce qui permet un contrôle utile; enfin, on constate la nécessité d'apporter une attention scrupuleuse sur les données qui doivent être prises sur les lieux pour passer ultérieurement des valeurs métriques aux secondes d'arc. La mesure immédiate du réticule après les observations s'impose, car, au retour d'un long voyage, il est arrivé que les fils de ce

réticule ont été brisés, et la mesure des déformations de la gélatine a laissé alors à désirer.

» Dans une première partie de mon Mémoire, je donne des détails sur la détermination de la longitude de la Station de Puebla au moyen de signaux électriques avec l'assistance d'astronomes mexicains.

» Enfin, j'ai recherché dans les cahiers originaux de toutes les stations les déterminations magnétiques, météorologiques et celles relatives à la mesure de la gravité qui pouvaient avoir un intérêt pour la Science.

» Je crois qu'il y aurait quelque intérêt à publier ces résultats en même temps que les données relatives à la parallaxe du Soleil.

» On se convaincrait alors que, lors du dernier passage de Vénus sur le Soleil, le rôle des missions françaises a été utile et que les personnes qui les composaient ont bien mérité de l'Académie. »

ASTRONOMIE PHYSIQUE. — *Sur la photographie des diverses couches superposées qui composent l'atmosphère solaire.* Note de M. **H. Deslandres.**

« L'atmosphère solaire est invisible en temps ordinaire avec l'œil ou la simple lunette; mais, grâce à des découvertes récentes, elle est étudiée tous les jours et presque tout entière. On a pu dévoiler peu à peu la portion de l'atmosphère qui est pour nous extérieure au bord solaire, la portion plus étendue qui se projette à l'intérieur du disque, et aussi les couches distinctes superposées qui la composent, à partir de la surface, à savoir : la couche renversante, productrice des raies noires du spectre, très mince et brillante; la chromosphère rouge, plus épaisse, plus riche en gaz légers, et enfin la couronne, très élevée, et constituée surtout par des particules.

» La chromosphère et la couronne extérieures ont été révélées les premières par les éclipses totales (1842, 1860). A partir de 1868, l'addition du spectroscope à la lunette assure l'étude journalière de la chromosphère extérieure et des protubérances (Janssen et Lockyer). En 1871, dans une éclipse, Young décèle avec le spectroscope la couche renversante extérieure.

» En 1892 on aborde l'atmosphère entière, grâce à la photographie et à l'emploi de radiations nouvelles, avec l'aide du spectroscope et, en particulier, du spectrographe enregistreur à deux fentes ou spectrohéliographe qui isole une radiation simple et reconstitue avec elle une image du Soleil. C'est ainsi que la chromosphère intérieure est dévoilée et photographiée

dans la demi-sphère entière tournée vers la Terre (Hale et Deslandres). La même recherche est étendue à la couche renversante intérieure et notée comme applicable aux couches supérieures de la chromosphère et peut-être même à la couronne (Deslandres, 1893 et 1894).

» Tel est l'état général de la question. Or, récemment, un progrès sérieux a été réalisé par Hale et Ellerman qui ont appliqué à ces recherches la grande lunette de l'Observatoire Yerkes (Chicago), la plus grande actuellement en service ($1^m,05$ d'ouverture). Auparavant, Hale avait employé un objectif de $0^m,30$; moi-même je me suis servi d'objectifs de $0^m,12$, $0^m,30$ et, depuis 1898, à Meudon, d'un objectif de $0^m,20$. Un grand instrument a des avantages évidents pour l'étude des détails, mais les autres parties doivent être grandes en proportion; c'est ainsi qu'à Chicago il a fallu construire un spectrohéliographe pour une image solaire large de 20^{cm}. La dispersion était à volonté faible ou forte, ce qui a permis d'isoler, soit les raies brillantes du calcium pour la photographie de la chromosphère, soit les raies noires fines pour la couche renversante.

» Ces observations sont très coûteuses, mais aussi très difficiles, et elles font le plus grand honneur aux astronomes américains, qui ont publié de fort belles reproductions des images obtenues (*Publications of the Yerkes Observatory*, Vol. III, Ire Partie, et *Astrophysical Journal*, Vol. XIX, p. 40). Or j'ai dressé déjà, en 1893 et 1894, le programme général de ces recherches solaires avec les raies brillantes et noires, ce que les auteurs américains veulent bien reconnaître, et même j'ai fait les premiers essais relatifs aux raies noires, avec des appareils, il est vrai, beaucoup plus simples (*Comptes rendus*, t. CXVII, p. 1053 et t. CXVIII, p. 148, et *Journal des Spectroscopistes italiens*, décembre 1894). Je suis conduit à présenter quelques remarques sur les travaux américains, pour montrer leurs rapports avec les travaux antérieurs, à peine signalés, il faut le dire, dans le Mémoire américain, et à donner mon opinion sur les recherches nouvelles à poursuivre.

» J'examine tout d'abord les images avec les raies brillantes du calcium et je signale la fin du désaccord qui existe depuis 1892 entre Hale et moi sur la nature et la position dans le Soleil des vapeurs correspondantes. Nous les avions reconnues simultanément en février 1892 (1), à l'emplace-

(1) Je donne ici la date exacte des publications qui seule doit faire foi. Hale, cependant, annonce dans son grand Mémoire qu'il a reconnu les vapeurs sur toute la surface solaire en 1891.

ment des facules du disque, mais, alors que je les plaçais au-dessus de la surface, Hale les considérait comme situées au-dessous de la surface et confondues avec les facules, dont il proposait même, en 1893, d'évaluer la hauteur par l'éclat de la vapeur, d'où le nom de *photographies de facules* donné aux images des vapeurs et adopté par la plupart des auteurs. La distinction est importante et a provoqué une vive discussion, qui est close maintenant, puisque Hale abandonne sa première idée. Je rappellerai seulement que, pour l'étude du point en litige, le simple spectroscope ordinaire a été plus utile que le spectrohéliographe; certes il donne moins bien la forme de la vapeur, mais il fournit seul tous les éléments de la question, les spectres de la vapeur et de la facule juxtaposés, et le bord du Soleil. Il montre aisément que les plages brillantes de la vapeur sont plus larges que les plages faculaires, que les vapeurs intérieures et extérieures au bord se prolongent exactement et sont identiques. D'où la conclusion suivante que j'ai formulée en 1893, et que confirment les observations américaines de 1904 : *Les images avec la raie brillante du calcium représentent la chromosphère entière du Soleil, telle qu'on la verrait isolée de la surface ou photosphère.* J'ai ajouté : *Les plages brillantes de la chromosphère sont au-dessus des facules, qui sont les plages brillantes et les parties élevées de la surface.*

» Or les facules sont divisibles en grains, bien nets sur les belles épreuves de la surface obtenues par Janssen, et il est probable, comme je l'écrivais en 1898 (*Comptes rendus*, t. CXXVI, p. 879) que les plages chromosphériques ont la même structure, d'autant que les protubérances qui en émanent sont filiformes. Les épreuves les meilleures de la chromosphère, faites à Meudon, larges de 85^{mm}, laissent soupçonner la division en grains, division qui est nette sur les très belles épreuves, larges de 200^{mm}, publiées par Hale et Elleman; il y a là un progrès à l'actif des grands instruments. Il reste cependant à vérifier la correspondance précise des deux séries de grains; il faudrait, en un jour favorable, isoler successivement, avec le spectrographe, la raie chromosphérique et un intervalle brillant entre les raies noires et ensuite comparer les deux images. Les grains peuvent se correspondre un à un dans les deux images, car ils appartiennent probablement aux mêmes colonnes formées de particules et de vapeurs.

» Cependant, comme la chromosphère a une origine électrique, on peut énoncer autrement la relation précédente : *Dans la chromosphère, les phénomènes électriques sont plus intenses au-dessus des points élevés de la surface,* ainsi d'ailleurs que dans l'atmosphère terrestre (*Comptes rendus*, t. CXVII, p. 716). Mais alors les autres vapeurs solaires doivent aussi

avoir un maximum d'intensité au-dessus des facules. Pour vérifier le fait, j'ai été conduit à étudier d'autres vapeurs et à isoler des raies noires avec le spectrographe. Une vapeur qui absorbe une radiation tend à substituer son intensité particulière pour cette radiation à celle du rayon qui la traverse. L'image avec une raie noire est donc celle de la vapeur, un peu modifiée par les spectres continus du disque et de la couronne.

» J'ai employé en 1894 le spectrographe à faible dispersion organisé à Paris pour la raie brillante du calcium (un seul prisme et lunette de 1^m), et j'ai repris récemment la même étude avec l'appareil similaire de Meudon. Les résultats sont les mêmes que ceux publiés en 1894.

» J'ai isolé les très larges raies noires H et K et les raies noires voisines les moins fines, à savoir : λ 406,3, 404,5, 388,7 du fer, λ 396,05, 394,3 de l'aluminium et la bande du carbone λ 388, en ayant soin, pour chaque raie fine, d'isoler aussi les deux intervalles brillants de chaque côté et de comparer les trois images pour bien reconnaître les petites perturbations dues à la faible dispersion. Or, les images des raies noires ont montré des plages brillantes à l'emplacement des facules, au centre comme au bord, moins étendues que celles des raies brillantes du calcium, mais semblables dans leurs lignes générales malgré des particularités individuelles.

» L'intérêt principal de ces images nouvelles tient à ce qu'elles représentent *la couche renversante jusqu'alors inobservée en dehors des éclipses, et à l'intérieur du disque*. Elles ouvrent, comme je l'écrivais en 1894, une voie nouvelle d'investigation extrêmement large. D'après cette première étude, la couche renversante a aussi ses plages brillantes au-dessus des facules; mais, avant de conclure à un fait absolument général, il faut attendre l'isolement de raies plus nombreuses et plus fines.

» D'ailleurs les raies noires solaires sont extrêmement variées d'origine et d'aspect, et avec elles on peut s'attendre à des résultats également variés, en particulier sur la répartition des vapeurs. Elles correspondent à des vapeurs qui s'élèvent à des hauteurs très différentes dans l'atmosphère; d'où j'ai conclu à la possibilité de dévoiler et de photographier toutes les couches successives. J'ai signalé en particulier la petite raie noire centrale du calcium pour l'isolement des couches supérieures de la chromosphère, et certaines raies très noires dont les vapeurs s'élèvent très haut, pour la recherche de la couronne. Il faut alors employer une forte dispersion, et adopter un spectrographe qui, comme le spectrographe à trois fentes, indiqué par moi en 1893, élimine la lumière diffuse intérieure. Les temps de pose sont très augmentés, et les appareils qui, comme celui de Meudon,

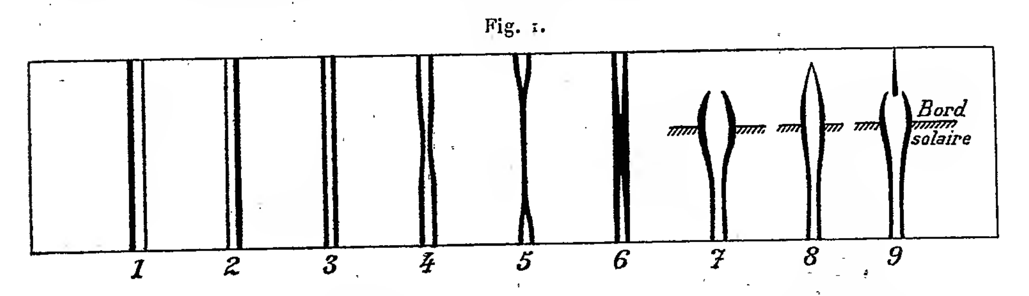
agrandissent trois fois la petite image solaire de 32^{mm} deviennent insuffisants. Il faut recourir aux grands objectifs ou à des spectrographes plus lumineux que les spectrographes actuels.

» C'est pourquoi les images du grand réfracteur américain avec les raies noires et un spectrographe dispersif à réseau ont un intérêt tout spécial. Les auteurs ont isolé des parties des très larges raies noires H et K et, à quelques détails près, ont retrouvé les particularités signalées en 1894. Ils ont isolé aussi les raies H_β et H_γ de l'hydrogène, mais, avec ces dernières, les images sont différentes; souvent, à l'emplacement des facules, elles offrent, non des plages brillantes par rapport au fond, mais des plages relativement noires. Le résultat est nouveau et présenté comme difficile à expliquer. Or, la question s'éclaire dans ce cas, comme dans les précédents, lorsqu'on recourt au spectroscope ordinaire, qui donne la raie tout entière et ses annexes. Avec une forte dispersion, les raies H_β et H_γ offrent un double renversement partiel, avec une raie noire centrale, à l'emplacement des facules. D'ailleurs, Young, dans son Ouvrage *Le Soleil*, édition de 1895, annonce que, à la base des protubérances, au bord, les raies précédentes présentent toujours aussi un double renversement et une raie noire centrale. Les images de l'observatoire Yerkes représentent une couche supérieure de la chromosphère, celle que j'ai appelée la troisième et qui n'avait pas encore été obtenue, les deux premières étant la couche renversante et la chromosphère proprement dite.

» Les auteurs américains n'ont pas pu isoler la raie noire centrale du calcium, dont le renversement est plus net, probablement par manque de dispersion dans le violet. J'ai indiqué déjà, comme je l'ai rappelé plus haut, cette petite raie du calcium, comme capable de fournir la troisième couche; mais j'ajoute que cette recherche doit se heurter à des difficultés spéciales, inhérentes au spectrohéliographe lui-même. La seconde fente de cet appareil a une largeur constante, alors que la raie noire à isoler, comme les deux raies brillantes qui l'enserrent, a une largeur variable. J'ai réuni dans le dessin schématique ci-contre les aspects divers de ces raies brillantes et noires, relevés à Paris de 1891 à 1893. Les raies brillantes sont représentées par des traits noirs, et la raie noire par le fond blanc. Par le seul examen du dessin, on voit que le spectrohéliographe doit donner souvent des résultats incomplets ou même inexacts. Avec une seconde fente très fine, une partie de la raie noire échappe; si la fente est large, la lumière de la seconde couche se mêle à celle de la troisième. Les raies de l'hydrogène ont des inconvénients tout semblables.

» Pour l'étude des couches supérieures, à mon avis, le meilleur appareil est le spectroscope ordinaire ou mieux le spectrographe automatique par sections successives, mais avec des sections très rapprochées, et un spectre très étroit, réduit à la raie brillante renversée. On réunirait ensuite par

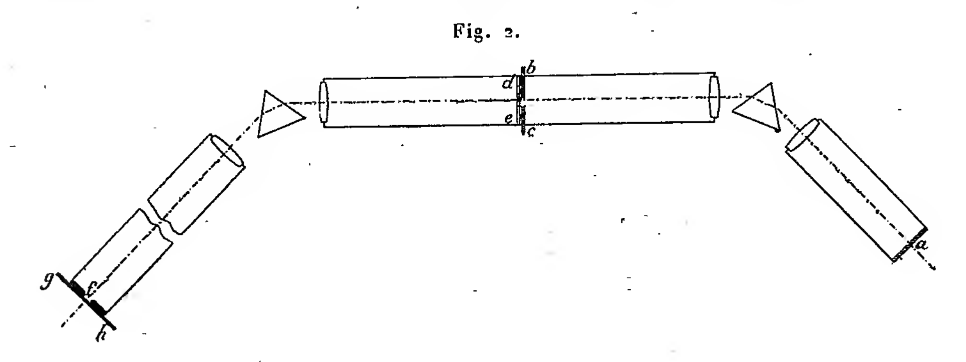
Fig. 1.



des courbes les points du Soleil ayant la même largeur de la raie centrale; ces courbes qui forment image donneraient en quelque sorte la carte des couches supérieures. En tout cas, le spectrographe par sections est un complément obligé du spectrohéliographe.

» En terminant, je signale un spectrohéliographe nouveau, actuellement à l'essai, qui est double, à trois fentes, et qui aurait sur les spectrographes existants l'avantage d'éliminer la lumière diffuse intérieure, de former l'image solaire non plus avec une seule radiation simple, mais avec plusieurs radiations et donc d'être très lumineux. Il est représenté dans le dessin schématique ci-contre : *a* est la fente collimatrice qui, avec tout l'appareil, se meut dans son plan devant une image fixe du Soleil; *de* est la seconde

Fig. 2.



fente et *f* la troisième. Les deuxième et troisième lunettes d'une part, les deux prismes d'autre part sont identiques et symétriques par rapport au plan de la seconde fente *de*. Le dispositif de prismes, déjà décrit par Wadworth pour un autre but, est tel que les faisceaux des diverses couleurs,

séparés par le premier prisme, sont réunis par le second prisme sur la troisième fente *f*, invariable dans son plan.

» La seconde fente qui est la pièce capitale est fabriquée par la lumière elle-même; elle est constituée par une plaque photographique qui a été impressionnée par le spectre solaire, puis replacée en *de*. Les noirs du négatif arrêtent les intervalles brillants du spectre, et la lumière des raies noires seule passe. La plaque placée en *gh*, mobile dans son plan, reçoit la lumière de toutes les raies noires ou de quelques-unes seulement, de manière à donner l'image des couches successives de l'atmosphère réunies ou séparées. Les premiers essais sont encourageants.

» Dans une Note prochaine j'exposerai mes idées personnelles sur l'organisation des recherches solaires, et sur les meilleurs termes à employer pour désigner les nouvelles images. »

BOTANIQUE. — *Production accidentelle d'une assise génératrice intralibérienne dans des racines de Monocotylédones.* Note de M. **Gaston Bonnier.**

« On sait que, lorsque les tiges ou les racines présentent des formations secondaires libéro-ligneuses dans leur cylindre central, l'assise génératrice de ces tissus destinés à épaissir indéfiniment la tige ou la racine se forme, en général, de deux manières différentes, suivant qu'il s'agit de Dicotylédones ou de Monocotylédones.

» Chez les Dicotylédones, lorsqu'il se produit une assise génératrice secondaire libéro-ligneuse, cette assise se forme *en dedans* du liber primaire. Chez les Monocotylédones, elle se produit, au contraire, *en dehors* du liber primaire.

» En particulier, lorsqu'il s'agit de la racine, l'assise génératrice des formations secondaires, chez les Dicotylédones, se dessine en dedans et autour du liber différencié en éventail vers l'intérieur à partir du pôle libérien, puis des cloisonnements se produisent en dehors des pôles ligneux. Une couche de cellules en voie d'active division s'établit donc de façon à présenter, en coupe transversale, une ligne sinueuse laissant en dehors tous les faisceaux libériens primaires, et en dedans tous les faisceaux ligneux primaires. M. Van Tieghem a établi la généralité de ce fait important.

» Les racines des Monocotylédones présentent rarement des formations

secondaires libéro-ligneuses dans le cylindre central. Toutefois, lorsqu'il s'en produit, soit normalement (*Dracæna*), soit accidentellement (comme je l'ai montré pour les racines aériennes de plusieurs espèces d'Orchidées), l'assise génératrice s'établit non seulement en dehors du bois primaire, mais aussi en dehors du liber primaire, et non en dedans, comme chez les Dicotylédones; autrement dit, l'assise génératrice se forme tout entière dans le péricycle, c'est-à-dire dans cette partie des tissus du cylindre central qui entoure toutes les formations vasculaires primaires, bois et liber.

» On connaît bien, parmi les racines de Dicotylédones, quelques exceptions à la règle générale que je viens de rappeler; c'est ainsi que certaines Chénopodées à structure anormale ne présentent pas d'assise génératrice en dedans du liber et produisent tous leurs tissus secondaires dans le péricycle, en dehors du liber et du bois. Mais, à ma connaissance, on n'a jamais observé aucun cas de structure anormale ou accidentelle qui puisse constituer une exception inverse. Je deux dire qu'on n'a jamais cité de racines de Monocotylédones pouvant produire à un moment quelconque une assise secondaire en dedans du liber. Cette Note a précisément pour but de signaler quelques exceptions de ce genre.

» Rappelons d'abord que la marche de la différenciation des éléments est identiquement la même dans le cylindre central d'une racine de Monocotylédone ou de Dicotylédone. Tous les éléments se disposent en éventail à partir de chaque pôle libérien et de chaque pôle ligneux; la différenciation se produit du liber vers le bois, et du bois vers le liber, par de nombreuses files de cellules, contournées, et dont, en définitive, les derniers éléments formés se trouvent placés en dedans et sur les côtés des faisceaux libériens. Dans le cas où les racines des Dicotylédones ne produisent pas de formations secondaires libéro-ligneuses et dans le cas général des racines de Monocotylédones, ces dernières cellules formées en dedans du liber achèvent leur différenciation, et les choses en restent là. Il ne se produit plus de divisions cellulaires, l'ensemble de tous ces tissus ne s'épaississant pas désormais.

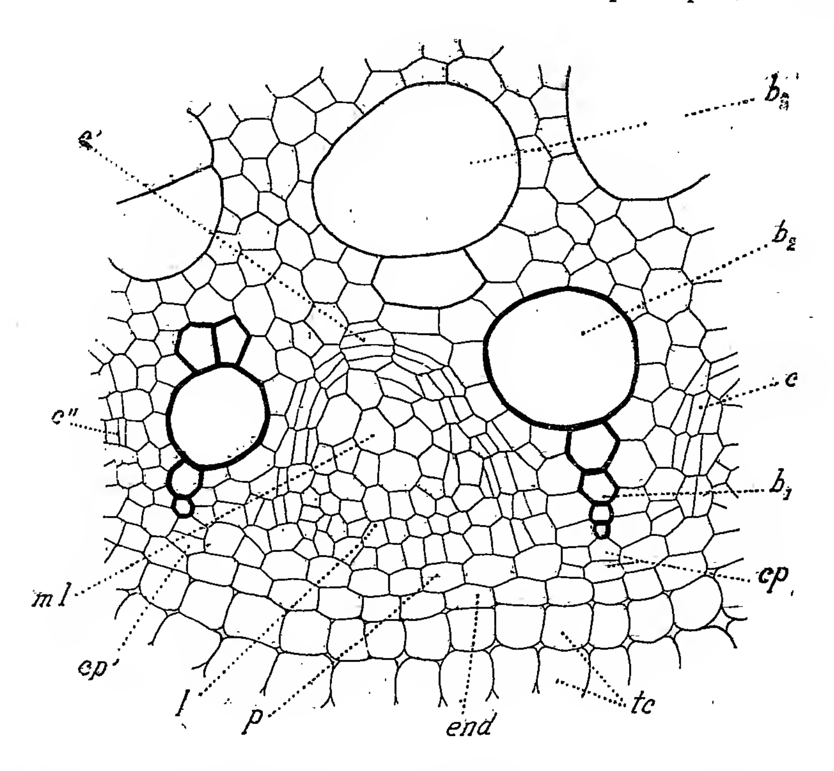
» D'autre part, lorsque s'achève cette différenciation primaire, les cellules du péricycle, et plus particulièrement celles qui sont situées en dehors des faisceaux ligneux, conservent une vitalité particulière; elles sont susceptibles de se cloisonner soit pour donner naissance à une radicelle, soit pour former des tissus de protection normaux ou accidentels.

» De ce qui précède il résulte que si l'on considère une racine normale de Monocotylédone qui vient d'achever sa différenciation, les éléments les

plus actifs, susceptibles de réagir par des cloisonnements à une action extérieure, sont les cellules situées en dedans et sur les côtés du liber, et les cellules du péricycle, plus spécialement celles qui sont situées en dehors du bois primaire.

» Le plus souvent le péricycle seul se cloisonne; mais, dans quelques cas que j'ai eu l'occasion d'observer récemment, les éléments intra-libériens se cloisonnent aussi.

» Lorsqu'une racine de *Caladium* (*C. bicolor* par exemple) se trouve avoir été assez profondément blessée non loin de son extrémité, le cylindre central, en s'organisant après la lésion, sera déformé dans la région atteinte présentant en section la forme d'un croissant; mais peu à peu, au-dessous,



Fragment d'une coupe transversale d'une racine de *Caladium bicolor*, dans une région située au-dessous d'une blessure : b_1 bois primaire; b_2, b_3 métaxylème ou bois primaire de seconde formation; *l* liber primaire; *ml* métaphloème ou liber primaire de seconde formation; *tc* tissu cortical; *end* endoderme; *p* péricycle; *c*, *c'*, *c"* parties de l'assise génératrice se formant par des cloisonnements, en dedans du liber et entre le bois et le liber; *cp'*, *cp* parties de l'assise génératrice se formant par des cloisonnements du péricycle en dehors du bois primaire.

à mesure que la racine continue à s'allonger, le cylindre central reprend sa forme normale, à section transversale circulaire.

» Or, dans la région blessée et *indéfiniment au-dessous de cette région*, il se produit une réaction dans les tissus du cylindre central. Cette réaction se manifeste par d'actifs cloisonnements, d'abord en dedans et sur les flancs du liber, puis dans le péricycle en dehors du bois, ainsi que le montre la figure ci-dessus.

» On voit alors se dessiner dans cette racine de Monocotylédone une assise génératrice identique à l'assise génératrice normale qui prend naissance dans les racines de Dicotylédones à formations secondaires.

» Il se produit, en effet, des cloisonnements réguliers c, c', c'' qui s'établissent en dedans et sur les côtés du liber, formant autour et en dedans de chaque faisceau libérien un arc dont la concavité est tournée vers l'extérieur. Peu après, ces mêmes cloisonnements, rejoints entre eux par les cloisonnements cp, cp' du péricycle en dehors du bois primaire, forment autour et en dehors de chaque faisceau du bois un arc dont la concavité est tournée vers l'intérieur. Ces arcs, inverses et alternes, étant réunis entre eux deux à deux, constituent une assise génératrice sinueuse (c'', cp', c', cp, c) identique à celle qui s'organise au début des formations secondaires dans une racine de Dicotylédone. Cette assise, on le voit, laisse, en effet, tout le liber (l, ml) vers l'extérieur et tout le bois (b_1, b_2, b_3) vers l'intérieur.

» J'ai observé les mêmes effets du traumatisme chez les racines de *Caladium odorum* et de *Musa sapientium*.

» En résumé, une blessure peut provoquer dans la structure de certaines racines de Monocotylédones un début de formations secondaires, s'organisant de la même manière que dans une racine de Dicotylédone.

» L'effet de cette réaction des tissus du cylindre central de la racine contre une action extérieure réalise donc le schéma général de la marche de la différenciation des éléments de la racine. On saisit ainsi d'une manière frappante les transitions insensibles qui s'observent entre les formations dites *primaires* et les formations dites *secondaires*. »

PHYSIOLOGIE. — *Action physiologique de l'émanation du radium* (1). Note de MM. **Ch. Bouchard**, **P. Curie** et **V. Balthazard**.

« Nous étudions depuis le mois de février l'action physiologique des émanations du radium sur les souris et sur les cobayes. Le procédé expé-

(1) Au cours de ces expériences, London a publié les résultats qu'il a obtenus sur

rimental que nous avons adopté consiste à faire respirer les animaux dans un espace clos chargé d'émanations, en régénérant l'air confiné sans qu'il y ait déperdition d'émanations.

» *Disposition de l'expérience.* — Un flacon de 2^l est rodé à sa partie supérieure qui est munie d'un tube à robinet. Le flacon est rempli au tiers de sa hauteur de ponce potassique en gros fragments; on introduit ensuite un support grâce auquel l'animal, souris ou petit cobaye, se trouve placé dans la partie supérieure du flacon.

» Le flacon communique avec un tube de Cloez, relié lui-même à un ballon de grandes dimensions, rempli d'oxygène. L'animal en respirant produit de l'acide carbonique qui est absorbé par la potasse; il se produit alors une diminution de pression dans le flacon, qui se répercute dans le tube de Cloez, et quelques bulles d'oxygène passent du ballon dans le flacon, remplaçant l'oxygène qui a été consommé par l'animal.

» La pression de l'oxygène est maintenue constante dans le ballon à l'aide du dispositif suivant : le ballon est fermé à sa partie supérieure par un bouchon percé de deux orifices, l'un est traversé par un tube qui se rend au tube de Cloez, l'autre reçoit un tube effilé à son extrémité inférieure qui provient de la tubulure inférieure d'un flacon de Mariotte. Ainsi, lorsque, par suite du passage de l'oxygène dans le flacon, la pression diminue dans le ballon, l'eau du flacon de Mariotte s'écoule dans le ballon jusqu'à ce que la pression initiale soit rétablie.

» Grâce à une tubulure latérale placée entre le flacon et le tube de Cloez, il est facile, après avoir fait une dépression de quelques centimètres de mercure dans le flacon, d'y introduire les émanations au début de l'expérience.

» Deux appareils semblables sont d'ailleurs branchés sur le même ballon d'oxygène, l'un d'eux étant destiné à recevoir un animal témoin à chaque expérience.

» *Action de l'émanation sur la souris et le cobaye.* — Au bout d'un temps qui, suivant la quantité d'émanations utilisée, varie de 1 heure à quelques heures, les animaux manifestent des symptômes respiratoires. La respiration prend un type saccadé, l'expiration devient très brève, et la pause respiratoire s'allonge. En même temps l'animal se met en boule, reste immobile et son poil se hérisse. Plus tard, l'animal tombe dans une torpeur profonde et se refroidit; les mouvements respiratoires gardent leur caractère, mais leur fréquence diminue beaucoup et, dans l'heure qui précède la mort, on ne note plus que dix, huit et même six inspirations par minute. Bien que les animaux restent absolument immobiles et affaissés, il n'y a pas, à proprement parler, de paralysies, car les irritations vio-

---

la grenouille avec les émanations provenant de 10^{mg} de radium; la mort survient en 5 jours.

lentes amènent toujours des mouvements réflexes; il existe même un certain degré de contracture des membres avec parfois quelques convulsions.

» *Expériences.* — 1° Une souris est placée dans le flacon de 2¹ et l'on introduit 15 grammes-heure (¹) d'émanations; la mort survient au bout de 9 heures. En réalité, les émanations sont diluées dans un espace de 1¹,5, si l'on déduit le volume de l'animal et celui de la ponce sulfurique. La souris qui sert de témoin est retirée de l'autre flacon au bout de 24 heures sans avoir éprouvé aucun trouble.

» 2° Une souris est placée dans le flacon renfermant 28 grammes-heure d'émanations; la mort survient en 6 heures 30 minutes. Elle est remplacée par une autre souris qui meurt en 8 heures; cette survie un peu plus grande s'explique par ce fait que les émanations ont un peu diffusé hors du flacon au moment où l'on a fait la substitution de la seconde souris à la première.

» 3° 50 grammes-heure d'émanations sont introduits dans le flacon où a été placée une souris; celle-ci meurt en 4 heures. La souris qui sert de témoin survit.

» 4° Un cobaye est placé dans le flacon avec 15 grammes-heure d'émanations; il succombe en 9 heures. Le témoin survit après 24 heures de séjour dans l'autre flacon.

» 5° Un cobaye est soumis à l'action de 20 grammes-heure d'émanations. Il meurt en 7 heures.

» On voit d'après ces expériences que, toutes conditions semblables, la mort des animaux survient d'autant plus rapidement que la tension des émanations dans le flacon est plus grande.

» On pourrait penser que la mort est causée par l'action toxique de l'ozone; lorsque les émanations sont conservées en vase clos en présence de l'oxygène, il se forme en effet de grandes quantités d'ozone. Dans le flacon qui sert aux expériences, le même phénomène se produit; mais, grâce à la présence de la ponce potassique, cet ozone est ramené à l'état d'oxygène presque immédiatement. Une prise de gaz du flacon pratiquée soit au cours de l'expérience, soit à la fin, montre en effet qu'il existe des traces d'ozone perceptibles à l'odorat; mais le dosage fait en mesurant l'alcalinité d'une solution d'iodure de potassium agitée au contact du gaz prouve que la teneur en ozone ne dépasse pas 1 pour 1000. Or des expériences directes dans lesquelles l'oxygène traverse un tube organisateur avant d'arriver dans le flacon ont établi qu'il faut 24 heures pour tuer une souris, alors que la richesse en ozone dans l'espace clos est constamment supérieure à 2 pour 100, c'est-à-dire 20 fois plus grande que dans nos recherches sur l'action de l'émanation.

(¹) Le gramme-heure, unité d'émanation du radium, correspond à la quantité d'émanations émises pendant 1 heure par une solution de 1g de bromure de radium.

» *Lésions observées chez les animaux.* — La lésion dominante consiste en une congestion pulmonaire intense. A l'œil nu, les poumons apparaissent à leur face externe ponctués de taches rouges séparées par des espaces rosés. Au microscope, on observe une dilatation considérable des vaisseaux et des capillaires et quelques petits vésicules d'emphysème. Toutefois, il n'existe pas d'hémorragies interstitielles ou alvéolaires; l'épithélium des alvéoles et des bronches est intact.

» Le sang subit des modifications qui portent surtout sur les leucocytes, dont le nombre est très diminué; toutefois le pourcentage des diverses variétés de leucocytes n'est guère modifié. Ces leucocytes détruits se retrouvent dans les macrophages de la rate.

» Il n'existe pas d'altérations microscopiques grossières au niveau du foie, des reins et du cerveau, en dehors d'une congestion assez marquée.

» La rigidité cadavérique débute au moment même de la mort, et le cœur est en systole.

» *Radioactivité des tissus de l'organisme.* — Les animaux qui ont succombé à l'action des émanations ont des tissus radioactifs. Le corps d'un cobaye, placé sur une plaque photographique entourée de papier noir, a donné une image sur laquelle les poils sont indiqués avec une grande netteté.

» Nous avons recherché, 3 heures après la mort, par la méthode photographique, la radioactivité des divers tissus de l'organisme; tous sont radioactifs, mais à des degrés variables. La radioactivité atteint son maximum avec les poils; la peau rasée est peu radioactive, l'œil également. L'intensité est à peu près égale pour le rein, le cœur, le foie, la rate et le cerveau; elle est, chose curieuse, beaucoup plus grande pour les capsules surrénales, et surtout pour le poumon.

» Cette action radiographique dépend de deux causes, la radioactivité induite des tissus et la présence d'émanations dissoutes dans les humeurs; il sera intéressant de les dissocier.

» En résumé, en éliminant les causes d'erreur dues au confinement de l'atmosphère et à la production d'ozone, nous avons établi la réalité d'une action toxique des émanations du radium introduites par la voie respiratoire et agissant sur le revêtement cutané. Ajoutons qu'il ne nous a pas été possible d'obtenir d'effets nocifs en injectant les émanations avec des gaz dans le péritoine de cobayes ou de lapins. »

CHIMIE MINÉRALE. — *Émanation du radium* (Exradio), *ses propriétés et ses changements*. Note de sir **William Ramsay** [1].

« Pour caractériser une matière quelconque, on recherche quelles sont ses propriétés particulières, quelle est l'action de la pesanteur sur cette substance, quelle place elle occupe dans l'espace, enfin si elle change d'état. Si cette substance est gazeuse, on la liquéfie par refroidissement; si elle est liquide ou solide, on la vaporise en l'échauffant. De plus, on cherche à la caractériser par son spectre.

» Les dénominations d'*effluve* et d'*émanation* appliquées aux phénomènes de la radioactivité possèdent, il faut le reconnaître, quelque chose d'intangible et de mystérieux. Autrefois, on attribuait, à l'air atmosphérique, des effluves; on a parlé aussi d'émanations terrestres, magnétiques ou stellaires, termes qui s'appliquaient à des phénomènes incompris qui paraissaient immatériels. Les expériences que nous avons poursuivies avec M. Soddy et avec M. Collie nous ont convaincus que l'émanation, qui s'échappe du radium, possède les propriétés d'un gaz véritable qui suit la loi de Boyle-Mariotte, d'un corps pesant que l'on peut condenser à très basse température, et qui possède une tension de vapeur, même à la température d'ébullition de l'air atmosphérique.

» Nous avons pu mesurer la quantité d'émanation qui s'échappe du bromure de radium dans un temps connu et nous avons pu déterminer la position de ses raies spectrales les plus lumineuses. Nous présentons aujourd'hui, à l'Académie, le résultat de ces premières expériences.

» En collaboration avec M. Soddy, nous avons fait une solution de 70^{mg} de bromure de radium dans l'eau distillée, que nous avons placée dans trois petites ampoules de verre soudées au tube d'une pompe à mercure. Le bromure de radium décompose lentement l'eau de telle sorte que, chaque semaine, nous obtenions, en faisant le vide, environ 8^{cm^3} à 10^{cm^3} d'un mélange d'oxygène et d'hydrogène formant un mélange tonnant, qui renfermait toujours, cependant, un excès d'hydrogène.

» Cette circonstance est encore inexpliquée pour nous, mais elle pose une question à laquelle nous espérons répondre plus tard. Une certaine

(1) L'Académie décide que cette Communication, bien que dépassant les limites réglementaires, sera insérée en entier.

quantité d'émanation se trouvait en même temps mélangée à ce gaz tonnant. Nous avons tout d'abord cherché à en mesurer le volume. Au moyen d'un siphon renversé, nous avons introduit le mélange gazeux dans un eudiomètre auquel était scellé un petit tube vertical à anhydride phosphorique. Ce tube se divisait en deux branches : l'une était fermée par un robinet et communiquait avec une pompe à mercure; l'autre se prolongeait verticalement et était terminée par un tube capillaire jaugé. Entre cette jauge et le tube qui renfermait l'anhydride phosphorique se trouvait une ampoule que l'on pouvait refroidir à volonté au moyen d'air liquide.

» Pour réussir cette expérience, il est indispensable d'éviter, dans l'appareil de verre dont les différentes pièces sont soudées les unes aux autres, la plus petite quantité d'azote et d'acide carbonique. Avant d'introduire le gaz tonnant dans le tube eudiométrique, nous avons lavé les appareils avec de l'oxygène pur, et nous avons fait jaillir l'étincelle entre les électrodes de platine pendant plusieurs minutes afin de brûler les poussières que l'appareil pouvait renfermer. Pour absorber les dernières traces d'acide carbonique, nous avons placé une petite quantité de potasse fondue sur la paroi intérieure de l'eudiomètre. Puis tout l'appareil a été légèrement chauffé avec un bec Bunsen, enfin vidé de gaz au moyen de la pompe à mercure. Lorsque toutes ces précautions ont été prises, nous avons fait arriver le gaz tonnant dans l'eudiomètre et, après avoir fermé le robinet, nous l'avons fait détoner. La petite ampoule a été ensuite refroidie au moyen d'air liquide et, en fermant le robinet de communication avec la pompe, nous avons introduit le mélange d'hydrogène et d'émanation dans l'ampoule refroidie. Les différents tubes de notre appareil sont capillaires, de telle sorte que la capacité de l'ampoule était bien supérieure à celle des tubes, y compris celui qui renfermait l'anhydride phosphorique.

» L'émanation s'est de suite condensée dans l'ampoule qui, dès lors, a émis une lumière qui permettait de voir l'heure à une montre. En ouvrant le robinet qui mettait l'ampoule en communication avec la pompe à mercure, on a enlevé l'hydrogène jusqu'au moment où le chapelet gazeux descendant de la trompe devenait à peine visible sauf dans l'obscurité. Il faut bien se garder de trop prolonger cette évaporation, car l'émanation, condensée dans l'air liquide, possède encore une tension de vapeur notable et l'on pourrait, en faisant le vide pendant un temps très long, n'en laisser que très peu dans l'ampoule. Lorsque le vide est fait, on ferme le robinet de la pompe, et, en élevant le réservoir, on laisse entrer, par le bas de l'appareil, du mercure qui traverse l'anhydride phosphorique et

qui emprisonne l'émanation. On enlève ensuite l'air liquide, l'appareil s'échauffe et l'émanation prend l'état gazeux. On continue à élever le réservoir afin de comprimer l'émanation dans le tube capillaire; il est facile ensuite de mesurer les volumes à des pressions diverses. Voici les chiffres obtenus :

Longueur du tube en millimètres.	Volume en millimètres cubes.	Pression en millimètres.	Volume × pression.
0,95	0,0228	765,8	17,5
1,20	0,0288	644,8	18,6
1,55	0,0372	518,1	19,3
2,30	0,0562	333,4	18,4
2,55	0,0612	309,2	18,9
6,80	0,163	182,4	21,6
11,90	0,372	55,3	20,6

» Le volume à la pression normale déduit de la moyenne de ces chiffres était de $0^{cm^3},0254$.

» D'après cette expérience, l'émanation paraît se comporter comme un gaz ordinaire.

» Nous avons répété deux fois cette expérience. La première fois nous avons remarqué que, de jour en jour, le gaz diminuait de volume. Nous voyions nettement que, à un moment donné, la longueur du tube rempli d'émanation, à une pression constante, ne tardait pas à diminuer avec régularité en conservant sa luminosité. Après trois semaines, il ne restait finalement qu'un dixième de millimètre qui émettait autant de lumière qu'au début de l'expérience. A cette époque la colonne de gaz n'était qu'un point lumineux; lorsque l'expérience dure un mois, toute lumière a disparu. En abaissant ensuite le mercure, afin de faire le vide dans l'appareil et en l'échauffant légèrement, nous avons obtenu une quantité de gaz qui représentait, à peu près, quatre fois le volume originel de l'émanation et qui donnait le spectre de l'hélium.

» L'émanation ressemble aux gaz de la famille de l'argon; elle résiste à tous les agents chimiques. Il est vraisemblable que sa molécule est monoatomique et que, en conséquence, son poids atomique est le double de sa densité ($H = 1$). Nous ne connaissons pas sa densité exactement, mais des expériences poursuivies de divers côtés indiquent une valeur voisine de 80 : ce qui correspond à un poids atomique voisin de 160. Le poids atomique du radium étant de 225, d'après les recherches de M[me] Curie, on peut en déduire que chaque atome du radium ne peut produire plus d'un atome

d'émanation. Pour déterminer le rapport entre la quantité du radium et la quantité d'émanation qu'il produit, il est nécessaire de connaître le volume occupé par le radium, en le regardant comme un gaz mono-atomique. Pour 1^g de radium, le chiffre est

$$\frac{(2 \times 11,2)}{225} = 0^l,1 = 10^{5\,mm^3}.$$

» Nous avons trouvé que chaque gramme de radium donne $3 \times 10^{-6\,mm^3}$ par seconde. Et si un atome de radium ne fournit qu'un atome d'émanation, λ, la proportion du radium qui se transforme par seconde est 3×10^{-11}. La proportion qui se transformerait en une année est donc $9,5 \times 10^{-4}$, c'est-à-dire un peu moins que la millième partie de son poids. La vie moyenne de l'atome du radium est, en conséquence, $\frac{1}{\lambda} = 3,3 \times 10^{10}$ secondes, soit 1050 années. Une seconde expérience nous a donné le chiffre de 1150 années.

» On peut aussi déduire des mesures de M. et Mme Curie et de celles de Rutherford que la chaleur qui est émise par 1^{cm^3} d'émanation est 3 600 000 fois plus grande que celle qui est fournie par l'explosion d'un égal volume de gaz tonnant.

» En collaboration avec M. Collie, nous avons mesuré les longueurs d'onde des lignes du spectre d'émanation. Les voici :

Longueurs d'onde.	Remarques.
6350	A peine visible.
6307	Faible, disparaît rapidement.
5975	» » »
5955	» » »
5890	Faible.
5854	»
5805	Forte, persiste.
5725	Assez forte, persiste.
5595	Très forte, persiste.
5580	Faible.
5430	»
5393	»
5105	Très forte, persiste.
4985	» »
4966	Forte, disparaît après quelque temps.
4690	Faible, disparaît rapidement.
4650 4630	Faible (ces lignes ont été enregistrées dans une seule expérience).

» Nous avons rencontré, en même temps, les lignes du mercure et de l'hydrogène; nous les donnons ci-dessous :

	Longueur mesurée	Longueur d'onde.
H...............	6567	6563
Hg...............	5790	5790
Hg...............	5768	5769
Hg...............	5465	5461
H...............	4865	4861
Hg...............	4360	4359

» Nous ferons remarquer que l'erreur ne dépasse pas quatre unités Angström. Nous avons observé par deux fois le spectre de l'émanation. Il ne dure pas très longtemps, car, à cause de l'humidité qui se trouve dans le tube, le spectre de l'hydrogène ne tarde pas à s'accentuer et à masquer le spectre de l'émanation. Nous ferons remarquer que, pour obtenir ce spectre, il faut prendre de grandes précautions, que l'expérience est très délicate et que nous n'avons pu la réussir qu'après 6 mois de vaines tentatives. Mais, dès le début de l'expérience, ce spectre est très beau, ses lignes sont nettes et il rappelle les spectres des gaz de la série de l'argon.

» Ainsi, l'émanation est un gaz sans activité chimique; il possède un spectre semblable à ceux des gaz inertes de l'air; il est visible, grâce à sa luminosité, et, comme les autres gaz, il suit la loi de Boyle-Mariotte. Nous nous proposons de le nommer *exradio*.

» La production de l'hélium au moyen de ce gaz a été observée non seulement par nous, mais encore par M. Deslandres et par Hendricson. Or, lorsqu'un composé, par exemple l'azotate d'argent, fournit de l'argent par électrolyse, on dit que ce composé contient de l'argent. Peut-on dire que le radium contient de l'émanation, c'est-à-dire le gaz exradio et que l'exradio contient de l'hélium? Je pense que non. Dans le premier cas, en dissolvant de l'argent dans l'acide azotique, on peut reproduire l'azotate d'argent, mais on n'a pas réussi à reproduire le radium en partant de l'exradio, ni l'exradio en partant de l'hélium. Mais on peut objecter que nous ne possédons pas tous les constituants de l'exradio. Ne serait-il pas possible qu'en ajoutant à l'hélium la substance qui se dépose comme enduit sur les parois de nos tubes, il se ferait une combinaison qui donnerait l'exradio? Cependant, il y a un constituant qu'il ne faut pas oublier, qui est l'énergie.

» Pour obtenir la combinaison des constituants de l'exradio, il faudrait remplacer l'énorme quantité d'énergie que l'exradio a perdue en se décom-

posant. En outre, il faut aussi pouvoir remplacer les électrons qui se sont échappés pendant la décomposition. Si l'on pouvait constater qu'après la perte des électrons qui forment, d'après J.-J. Thomson et d'autres, l'électricité négative, le résidu ne possède pas une électrisation positive; on ne pourrait pas soutenir que, en perdant des électrons, la substance ne soit devenue neutre, c'est-à-dire qu'elle ne contienne un excès, soit d'électricité positive, soit d'électricité négative. Si une charge d'électricité positive de cette matière n'indique que la perte des électrons, on peut comprendre qu'en se transformant, les nouvelles matières contiennent une quantité plus faible d'électrons, mais encore suffisante pour les rendre électriquement neutres.

» Quoique les analogies tirées de la Chimie ordinaire ne suffisent pas pour représenter complètement ces phénomènes nouveaux, elles peuvent néanmoins nous servir à préciser nos idées. Il est possible d'enlever le chlore du chlorure d'ammonium; dans ce cas on devrait obtenir le groupement AzH^4; mais ce groupement est peu stable, même en combinaison avec le mercure.

» Il ne tarde pas à se décomposer en ammoniac et hydrogène. Pour reconstituer le composé AzH^4Cl, il est nécessaire de suivre un chemin beaucoup plus long. Il faut d'abord combiner le chlore avec l'hydrogène, puis faire réagir l'acide chlorhydrique sur l'ammoniac. Nous pouvons opérer ces transformations, mais jusqu'ici nous ne pouvons opérer des changements semblables avec le radium et ses produits de décomposition.

» Je pense cependant que nous ne devons pas abandonner ces tentatives sans essayer de faire pénétrer les électrons qui s'échappent de l'exradio dans d'autres corps. Les essais que nous avons poursuivis jusqu'ici dans cette voie ne nous ont pas donné de résultats; je n'ose pas assurer qu'ils réussiront : mais la difficulté de ces expériences est encore augmentée par la petite quantité de matière transformée. J'estime cependant que nous devons suivre cette voie pour obtenir quelques résultats dans cette question difficile.

» Dans tous les cas, nous ne devons pas oublier la citation faite par M. Moissan, dans son Traité de Chimie, de cette phrase déjà ancienne, écrite par Lavoisier : « Si nous attachons au nom d'*éléments* ou de *principes* » des corps l'idée du dernier terme auquel parvient l'analyse, toutes les » substances que nous n'avons pu encore décomposer par aucun moyen » sont pour nous des éléments; non pas que nous puissions assurer que » ces corps, que nous regardons comme simples, ne soient pas eux-mêmes

» composés de deux ou même d'un plus grand nombre de principes, » mais puisque ces principes ne se séparent jamais, ou plutôt puisque » nous n'avons aucun moyen de les séparer, ils agissent à notre égard » à la manière des corps simples et nous ne devons les supposer composés » qu'au moment où l'expérience et l'observation nous en auront fourni la » preuve. »

PHYSIQUE. — *De l'action que les rayons N exercent sur l'intensité de la lumière émise par une petite étincelle électrique et par quelques autres sources lumineuses faibles*. Note de M. R. **Blondlot**.

« Dans une Note publiée récemment dans les *Comptes rendus* (¹), M. Jean Becquerel a donné l'explication suivante du changement que les rayons N produisent dans la visibilité d'un écran de sulfure de calcium phosphorescent : les rayons N incidents sont absorbés par le sulfure, qui restitue d'autres rayons N, lesquels, accompagnant les rayons lumineux, augmentent la sensibilité de la rétine.

» Cette explication est justifiée par les expériences de M. Jean Becquerel, et, de plus, elle rend bien compte de plusieurs particularités que l'on rencontre dans l'observation des écrans phosphorescents soumis à l'action des rayons N, et aussi de l'impossibilité de mettre en évidence par la photographie les variations de la luminosité des écrans dans ces expériences. D'ailleurs, comme il est aisé de le constater, le sulfure de calcium, lorsqu'il reçoit des rayons N, devient lui-même une source secondaire intense de ces rayons, qu'il ait été préalablement insolé ou non : par exemple, si l'on approche d'une lime un flacon contenant du sulfure de calcium non insolé, lequel n'émet pas des rayons N par lui-même, on constate que le champ d'action des rayons émis par la lime s'étend à une distance beaucoup plus grande; si l'on éloigne la lime, les rayons secondaires disparaissent presque aussitôt.

» Tout porte donc à penser que, dans le cas des substances phosphorescentes, le mécanisme des phénomènes est bien celui qui a été mis en évidence par M. Jean Becquerel.

» Maintenant, dans le cas d'une petite étincelle électrique, cette explication s'applique-t-elle encore? Autrement dit, l'augmentation de visibilité

(¹) *Comptes rendus*, t. CXXXVIII, 16 mai 1904, p. 1205.

par l'action des rayons N a-t-elle encore pour cause un accroissement de sensibilité de l'œil? La possibilité de fixer par la photographie l'augmentation de luminosité qu'une telle étincelle éprouve par l'action des rayons N indique déjà que l'intensité de la lumière qu'elle émet doit être réellement augmentée. Pour le vérifier, il suffit d'appliquer ici la méthode employée par M. Jean Becquerel dans le cas du sulfure de calcium phosphorescent, c'est-à-dire d'observer l'étincelle à travers une cuve remplie d'eau distillée; on constate alors que les variations de netteté et de luminosité de l'étincelle sont aussi visibles qu'avant l'interposition de la cuve. On facilite l'observation de l'étincelle en superposant un verre dépoli assujetti à 2^{cm} environ en avant de celle-ci, comme je l'ai indiqué précédemment. On peut opérer avec une étincelle ayant 1^{mm} de longueur, et même davantage, à condition d'absorber la plus grande partie de la lumière qu'elle émet, à l'aide de lames de verre bleu superposées.

» En appliquant le même procédé aux changements de visibilité d'une lame de platine portée au rouge sombre, j'ai reconnu qu'elle se comporte comme l'étincelle. Comme l'avait déjà remarqué M. Jean Becquerel, même dans le cas du sulfure de calcium, l'interposition de la cuve ne supprime pas totalement les changements de visibilité produits par les rayons N, mais les atténue seulement considérablement.

» De ce qui précède il résulte que l'observation des changements de luminosité dus à l'action des rayons N ne met pas en jeu la même propriété de l'œil quand il s'agit de l'étincelle électrique que quand il s'agit de substances phosphorescentes : dans le cas de l'étincelle, c'est l'aptitude de l'œil à saisir de faibles variations d'intensité lumineuse qui est en jeu; dans le cas de substances phosphorescentes, c'est de plus la propriété que possède l'œil de devenir plus sensible quand il reçoit des rayons N. »

PHYSIQUE. — *Sur l'émission suivant la normale de rayons* N *et de rayons* N_1. Note de M. E. BICHAT.

« Dans une précédente Communication (¹), j'ai décrit le phénomène d'oscillations lumineuses d'un écran à sulfure phosphorescent en présence de différentes sources. Si, au moment où l'éclat est minimum, on interpose entre la source et l'écran une lame de plomb oxydé, on voit cet éclat

(¹) *Comptes rendus*, t. CXXXVIII, p. 1254.

augmenter; donc, à ce moment, l'écran recevait des rayons N_1; si on interpose la lame au moment où l'éclat du sulfure paraît maximum, cette interposition ne produit aucun effet : à cet instant, on observe simplement l'éclat normal du sulfure. Les sources étudiées agissent donc comme si elles émettaient des rayons N_1 d'une facon intermittente.

» Les phénomènes se simplifient si, au moyen d'un fil de cuivre, on relie la source au sol (conduites d'eau), ou si on la met en communication avec le pôle d'une pile dont l'autre pôle est au sol : les intermittences lumineuses cessent et l'écran phosphorescent indique une émission constante de rayons N dans le premier cas, et de rayons N_1 dans le second cas.

» Pour obtenir une source de rayons N, il suffit donc de relier au sol une tige ou une lame métallique, par exemple, au moyen d'un fil de cuivre. Les rayons N émis dans ces conditions par le métal viennent du sol, car si l'on vient à oxyder le fil de cuivre, sur une longueur d'une dizaine de centimètres, en le chauffant dans la flamme d'un chalumeau, l'émission des rayons N cesse complètement : or j'ai montré [1] que, dans ces conditions, ces rayons ne sont plus conduits par le fil de cuivre.

» Si l'on emploie comme source un miroir métallique concave émettant des rayons N ou N_1, selon qu'il est relié au sol par un fil de cuivre non oxydé, ou qu'il est mis en communication avec le pôle d'une pile, et que l'on déplace une fente phosphorescente devant cette source, on constate que les rayons émis viennent converger vers le centre de courbure du miroir, dont on détermine aisément la position par ce procédé : les rayons sont donc normaux à la surface d'émission. Le cône formé par les rayons N ou N_1 paraît cependant avoir un angle un peu plus petit que le cône géométrique ayant pour sommet le centre de courbure, et pour base le miroir : un fait analogue a été constaté pour les rayons cathodiques. »

PHYSIQUE. — *Sur l'émission des rayons* N *et* N_1 *par les corps cristallisés.* Note de M. E. **Bichat.**

« Si, d'un écran phosphorescent, on approche un canon de quartz, de telle sorte que son axe soit perpendiculaire à l'écran, on constate que, dans cette direction, le quartz émet des rayons N. Si, au contraire, on approche le canon de quartz de telle sorte que son axe soit parallèle

(1) *Comptes rendus*, t. CXXXVIII, p. 329.

à l'écran, on constate que, dans cette direction perpendiculaire à l'axe, il émet des rayons N_1.

» Pour le spath d'Islande, c'est l'inverse : suivant l'axe, il émet des rayons N_1 et, dans une direction normale à l'axe, il émet des rayons N.

» Afin d'éviter des actions étrangères, on interpose entre l'écran et le cristal une lame de plomb percée d'une petite ouverture.

» Un rapprochement entre cette propriété et celle que possèdent ces deux cristaux d'avoir une élasticité différente dans la direction de l'axe et dans les directions perpendiculaires, se présente naturellement à l'esprit. Le quartz est un cristal positif et le spath est un cristal négatif : en agissant sur le sulfure phosphorescent, les cristaux positifs se conduiront-ils comme le quartz et les cristaux négatifs se conduiront-ils comme le spath ?

» J'ai pu vérifier qu'il en est bien ainsi pour un certain nombre de cristaux : l'apophyllite, la brucite, la cassitérite, le zircon, cristaux positifs, et le corindon, l'émeraude, l'idocrase, l'oligiste, cristaux négatifs.

» La tourmaline, cristal négatif, se conduit comme le spath; mais pour le constater il faut avoir soin de ne pas tenir le cristal entre les doigts; car alors on l'échauffe et l'on voit apparaître un autre phénomène qui masque celui que l'on veut observer.

» La tourmaline est, en effet, pyroélectrique : étant chauffée, elle s'électrise positivement à l'une de ses extrémités et négativement à l'autre. Or les corps électrisés approchés d'un écran phosphorescent augmentent son éclat s'ils sont électrisés positivement et le diminuent s'ils sont électrisés négativement. Si donc on présente successivement à l'écran les deux extrémités d'une aiguille de tourmaline chauffée, on observe une diminution ou une augmentation de l'éclat du sulfure. On peut, de cette façon, reconnaître le signe de son électrisation.

» Voici encore un fait que l'on peut rapprocher de ceux que l'on observe avec les corps cristallisés. Une lame épaisse de colle forte du commerce émet des rayons N_1 dans une direction normale à la lame et des rayons N par la tranche. Or Bertin a montré qu'une pile de lames minces de gélatine se conduit comme un cristal uniaxe négatif [1]. »

---

[1] *Annales de Chimie et de Physique*, 5e série, t. XV, p. 129.

VOYAGES SCIENTIFIQUES. — *Sur la 5e campagne scientifique de la* Princesse Alice II. Note de S. A. le Prince **Albert de Monaco**.

« *Océanographie pure.* — Mon travail d'océanographie pure, auquel M. Thoulet a participé durant un mois, fournit les résultats suivants : 18 sondages jusqu'à 4835^m avec le sondeur Buchanan muni d'un tube nouveau ont découpé dans le sol sous-marin des boudins assez longs pour montrer la formation de dépôts sableux plus ou moins épais intercalés dans la masse vaseuse très abondante en argile. Ce fait permet de constater les brusques variations dont la nature minéralogique d'un fond est susceptible sur un même point. 22 autres sondages exécutés avec le sondeur Léger à des profondeurs semblables ont ramené des échantillons de fond d'une nature plus grossière.

» Deux dragages, dont l'un situé à 200 milles au large d'Ouessant, ont ramené d'une profondeur qui atteint 820^m une grande quantité de pierres pesant près de 100^{kg}. Ce sont des roches cristallines très variées : granites, gneiss, roches amphiboliques, grès et fragments de quartz, tantôt arrondies et tantôt brisées. Des animaux fixés à leur surface nous apprennent que la mer ne les recouvrait pas; il semble ainsi démontré que d'assez forts courants existent dans toute l'épaisseur des eaux de la région. L'origine glaciaire et septentrionale de ces minéraux n'est guère douteuse.

» M. Thoulet s'est livré à des expériences curieuses de diverse nature. Certains fonds côtiers traités par l'acide dégageaient beaucoup d'hydrogène sulfuré. Ce fait permettra probablement d'expliquer des réactions chimiques s'accomplissant dans le sol sous-marin, et d'élucider quelques particularités des anciennes couches géologiques marines maintenant exondées.

» Le même savant a vérifié les changements amenés dans la flottabilité des pierres ponces en les immergeant à de grandes profondeurs par l'entraînement du fil de sonde. Ces expériences tendront à expliquer la présence, si générale dans les fonds marins, de la ponce en poussière ou en fragments.

» M. Thoulet a fait aussi une intéressante application du miroir à 45° immergé à faible profondeur et observé verticalement pour juger la coloration de la mer. Des expériences nombreuses ont montré l'excellence de ce procédé, sur lequel M. Thoulet s'appuie pour construire une échelle colorimétrique.

» Des prélèvements d'eau avec prises de température ont eu lieu en de nombreux points du golfe de Gascogne, à des profondeurs de 50^m, 100^m et 150^m. Dans trois circonstances les mêmes séries verticales ont été poussées de 500^m en 500^m jusqu'à 1500^m. L'analyse de ces échantillons permet l'étude des phénomènes de la circulation océanique sur chacun de ces étages parallèles.

» A plusieurs reprises les échantillons d'eau recueillis au delà de 1500^m de profondeur tandis que le fond de la mer se trouvait à 2000^m ou 3000^m plus bas, étaient troublés par un nuage opalin; et l'analyse montrait que cet effet devait être attribué à de l'argile en suspension.

» *Zoologie marine.* — Une partie de cette campagne ayant dû être consacrée à des observations sur la sardine le long des côtes de Bretagne, je n'ai pas quitté le golfe de Gascogne; et une quarantaine de pêches du plankton qui nourrit la sardine ont pu être faites dans les régions où ce poisson paraît et disparaît tour à tour. Elles permettent de reconnaître la constance d'un obstacle sérieux que l'envahissement de la rogue présente à l'analyse des matériaux trouvés dans l'estomac de ces poissons. Des recherches persistantes sur le plankton des côtes françaises paraissent être le meilleur guide vers la solution d'un problème intéressant une nombreuse population. C'est toujours la question des études océanographiques complètes à résoudre pour la France.

» Parmi les opérations ayant un caractère zoologique ou biologique je signalerai 7 coups de chalut à étriers jusqu'à 4180^m qui ont rapporté notamment, de 1804^m : un (*Pheronema*); des échinodermes (*Psilaster, Pentazonaster, Neomorphaster Talismani*); des Holothuries (*Procidaris purpurata*); un oursin (*Phormosoma*); des crustacés (*Stenopus, Polycheles, Geryon quinquedens*); un céphalopode (*Cirroteuthis*); des poissons (*Bathypteroïs dubius, Alepocephalus rostratus, Lota, Leptoderma, macrurus*); une actinie (*Chitonactis Richardi*).

» Onze coups de chalut à plateaux dont un, à 820^m, établit que, malgré certaines préventions manifestées jadis, cet appareil, le meilleur des filets traînants, peut être employé dans les grandes profondeurs. Il a rapporté *Dorocidaris, Phormosoma placenta, Anamathia Rissoana, Bathynectes longispina* et un *Spatangue*.

» Quatre descentes de nasses, opérées entre 1414^m et 4180^m, qui ont fourni *Synaphobranchus pinnatus* avec des amphipodes (dont *Euryporeia gryllus*), et des isopodes (*Lidoneca*); enfin *Mora mediterranea*. En même

temps les petites nasses intérieures rapportaient des Copépodes, des Mysidés, des Ostracodes et des Cumacés.

» Neuf descentes de lignes amorcées, jusqu'à 4330^m, qui ont donné *Aphanopus carbo*, *Centrophorus*, *Centroscymnus*, *Echinorhinus spinosus*, *Pristinurus melanostomus*, et d'autres animaux.

» Une opération avec le filet bathypélagique Giesbrecht modifié, dans une profondeur de 1700^m sur un fond de 4360^m qui a ramené des méduses violacées (*Atolla Bairdi*), une méduse très rare : *Agliscra elata* Hœckel et de nombreux copépodes, mysidés, sagitta, scopélidés, etc.

» La descente d'un filet fin, construit sur le modèle d'une épuisette mais ayant une ouverture carrée de 3^m de côté, qui est descendu dans une profondeur de 1500^m au-dessus d'un fond de 4780^m et qui a recueilli le long de cette colonne d'eau un grand nombre d'animaux parmi lesquels au moins 50 espèces de crustacés, dont plusieurs nouvelles. L'importance et la nouveauté de cette opération justifieront la présentation d'une Note spéciale du Dr Richard.

» Il est intéressant de mentionner que, durant cette campagne, S. M. le roi d'Espagne, Alphonse XIII, voulant connaître certaines méthodes opératoires relatives aux études océanographiques, et désireux de voir l'Espagne se joindre au mouvement qui entraîne presque toutes les nations maritimes vers l'Océanographie, est venu assister à quelques-unes des opérations de la *Princesse-Alice*, dans le golfe de Gascogne. »

NOMINATIONS.

L'Académie procède, par la voie du scrutin, à la nomination d'une Commission de deux Membres qui sera chargée de la vérification des comptes de l'année précédente.

MM. **Émile Picard** et **Moissan** réunissent la majorité des suffrages.

CORRESPONDANCE.

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur les expressions formées de radicaux superposés.* Note de M. **Paul Wiernsberger**, présentée par M. Appell.

« I. *Développements infinis pour le sinus et le cosinus.* — Dans une précédente Note ([1]) j'ai considéré des expressions de la forme

$$(1) \qquad \sqrt{2+\varepsilon_1\sqrt{2+\varepsilon_2\sqrt{2+\ldots}}}, \qquad |\varepsilon_h| = 1,$$

et j'ai prouvé leur convergence, dans le cas où les ε_h se reproduisent périodiquement. Depuis lors, j'ai réussi à établir une relation simple entre certaines séries numériques et les expressions (1), avec ou sans périodicité, conduisant à des développements infinis pour le sinus et le cosinus qui sont, je crois, entièrement nouveaux.

» 1. Si $0 \leqq x \leqq 1$, on peut toujours mettre le nombre x sous la forme d'une série absolument convergente

$$(2) \qquad x = \frac{1}{2} + \eta_1\frac{1}{2^2} + \eta_2\frac{1}{2^3} + \ldots + \eta_{h-1}\frac{1}{2^h} + \ldots, \qquad |\eta_h| = 1.$$

» Ce développement est unique, à moins que x soit une fraction irréductible dont le dénominateur est une puissance de 2; alors il y a deux développements différents. Les signes se reproduisent périodiquement, à partir du premier, si x est une fraction irréductible dont le dénominateur est impair; ils ne se reproduisent périodiquement qu'après un certain rang si ce dénominateur est pair. Enfin il n'y a aucune périodicité si x est incommensurable. On peut d'ailleurs déterminer les signes en remarquant que η_h est égal à $+1$ ou à -1 selon que le numérateur de la valeur approchée de x, à $\frac{1}{2^h}$ près par défaut, est impair ou pair. Il est aussi facile d'établir une certaine corrélation entre ces développements et le système binaire de numération.

([1]) *Comptes rendus*, 28 décembre 1903.

» 2. Le nombre x étant défini par la série (2), on a

$$(3)\quad \begin{cases} \sin\frac{\pi}{2}x = \frac{1}{2}\sqrt{2+\varepsilon_1\sqrt{2+\ldots+\varepsilon_h\sqrt{2+\ldots}}}, \\ \cos\frac{\pi}{2}x = \frac{1}{2}\sqrt{2-\varepsilon_1\sqrt{2+\ldots+\varepsilon_h\sqrt{2+\ldots}}} \end{cases}$$

en posant

$$\eta_h = \varepsilon_1\varepsilon_2\ldots\varepsilon_h \qquad (h=1,2,3,\ldots).$$

» En limitant les formules (3) aux h premiers radicaux, l'erreur commise est moindre que $2\sin\frac{\pi}{2^{h+2}}$. On a aussi

$$\sin\pi x = \frac{1}{2}\sqrt{2-\varepsilon_2\sqrt{2+\ldots+\varepsilon_h\sqrt{2+\ldots}}},$$

$$\cos\pi x = -\frac{1}{2}\varepsilon_1\sqrt{2+\varepsilon_2\sqrt{2+\ldots+\varepsilon_h\sqrt{2+\ldots}}}.$$

» Ces développements sont uniques pour toutes les valeurs de x qui ne sont pas des fractions irréductibles ayant pour dénominateur une puissance de 2.

» II. *Convergence.* — En cherchant à généraliser les résultats auxquels j'étais parvenu relativement à la convergence des expressions (1), je me suis demandé s'il n'existe pas de conditions de convergence pour les expressions de la forme

$$(4)\qquad \sqrt[n]{a_1+\varepsilon_1\sqrt[n]{a_2+\ldots+\varepsilon_{h-1}\sqrt[n]{a_h+\ldots}}}, \qquad |\varepsilon_h| = 1,$$

où n est un entier $\geqq 2$ et où les a_h signifient des nombres positifs tels que les expressions placées sous chacun des radicaux soient positives, ces radicaux étant d'ailleurs pris avec leur valeur arithmétique. Voici les principaux résultats auxquels je suis parvenu.

» 1. Si tous les ε_h sont positifs, la condition nécessaire et suffisante pour que l'expression (4) soit convergente est que les nombres a_h satisfassent tous à l'inégalité

$$(5)\qquad a^{\frac{1}{n^h}} < A \qquad (h=1,2,3,\ldots);$$

A étant un nombre fini quelconque.

» Les conditions (5) sont évidemment remplies si les nombres a_h admettent une borne supérieure a, et dans ce cas l'expression (4) a une limite au plus égale à $b = \sqrt[n]{a + \sqrt{a + \sqrt[n]{a + \ldots}}}$; d'ailleurs, pour $a \leqq 2$, on a $b \leqq 2$ et, pour $a > 2$, on a $b < a$.

» 2. La question est plus compliquée si les ε_h ne sont pas tous positifs. En se bornant au cas des radicaux carrés et en désignant par z_h l'expression limitée

$$z_h = \sqrt{a_1 + \varepsilon_1\sqrt{a_2 + \ldots + \varepsilon_{h-1}\sqrt{a_h}}}, \qquad |\varepsilon_k| = 1 \qquad (k = 1, 2, \ldots, h-1),$$

on trouve

$$|z_{h+p} - z_h| < \frac{N}{(2\alpha)^h},$$

en supposant que, pour toute valeur de h, on puisse faire correspondre à chaque entier p un nombre fini N tel que

$$N \geqq \sqrt{a_{h+1} + \sqrt{a_{h+2} + \ldots + \sqrt{a_{h+p}}}},$$

et qu'il existe aussi un nombre positif α satisfaisant aux conditions

$$\alpha < \sqrt{a_k - \sqrt{a_{k+1} + \sqrt{a_{k+2} + \ldots + \sqrt{a_{k+k'} + \ldots}}}}$$
$$(k = 1, 2, 3, \ldots;\ k' = 1, 2, 3, \ldots).$$

» Pour que la condition de convergence, $\lim_{h=\infty} |z_{h+p} - z_h| = 0$, soit satisfaite, *il suffit* alors que l'on ait

$$\alpha > \frac{1}{2}. \tag{6}$$

» 3. Dans le cas particulier où $a_1 = a_2 = \ldots = a_h = \ldots = a$, on peut mettre la condition (6) sous la forme

$$a > \frac{1}{4}(5 + 2\sqrt{5}) \qquad \text{ou} \qquad a > 2{,}3680\ldots.$$

» Cette condition suffisante n'est pas nécessaire; la convergence a lieu en effet pour $a = 2$, comme le montrent les formules (3). »

CINÉMATIQUE. — *Sur les mouvements de solides aux trajectoires sphériques.* Note de M. **Jules Andrade**, présentée par M. Poincaré.

« Soit μ un mouvement de solide aux trajectoires sphériques, soit A le le centre de la sphère qui porte la trajectoire de M. Les deux seuls cas où le mouvement μ ne se réduit pas au type immédiatement banal d'une rotation, ou d'une rotation fixe, sont ceux où l'ensemble (A) est de multiplicité 3 ou de 2, ce seront les mouvements μ^3 et μ^2. Nous pouvons d'ailleurs classer les mouvements μ en deux groupes : les mouvements μ_1 où quelque point privilégié décrit une trajectoire circulaire *dont le centre est à distance finie* et les autres μ_2. Nous serons conduits ainsi à distinguer 4 classes de mouvements :

$$\mu_1^3,\ \mu_2^3,\quad \mu_1^2,\ \mu_2^2.$$

» De plus, nous pouvons considérer avec le mouvement μ le mouvement inverse ν de l'ensemble (A) par rapport à l'ensemble M.

» *Pour classer ces différents mouvements je démontre d'abord le théorème suivant :*

» *Tout mouvement μ_1 est du type banal.*

» Puis j'observe que tout mouvement μ^3 donne lieu à un mouvement inverse ν^3 et que l'un des mouvements μ^3 ou ν^3 est du type μ_1^3 ou ν_1^3 *à moins que* ne se présente l'un ou l'autre des deux cas suivants :

» Ou bien la correspondance des deux ensembles (A) et (M) est homographique;

» Ou bien les mouvements μ et ν ont un axe central de glissement fixe.

» Mêmes conclusions pour les mouvements μ_2; la correspondance homographique ne donne rien de plus, en sorte que les seuls mouvements μ possibles sont ceux du type banal ou ceux dans lesquels l'axe de rotation et glissement est fixe.

» Or, M. Bricard nous a appris que, dans le cas d'un axe central fixe, une trajectoire sphérique pour un point entraîne une trajectoire sphérique pour chacun des autres points du solide.

» Il n'y a pas de mouvement μ en dehors du type banal et du mouvement découvert par M. Bricard. »

MÉCANIQUE. — *Sur une variante du joint universel.* Note de M. L. **Lecornu**, présentée par M. Léauté.

« Certains constructeurs d'automobiles ont adopté un joint universel présentant une disposition très simple. L'un des arbres est terminé par un boisseau cylindrique pourvu de fentes longitudinales servant à guider des coulisseaux portés par l'extrémité de l'autre arbre. Au point de vue cinématique, le fonctionnement est le même qu'avec le croisillon ordinaire; mais le frottement s'exerce d'une façon différente. En appelant φ l'angle de frottement et A l'angle des deux axes, on trouve que, pour un tour, le rapport entre le travail consommé par le frottement et le travail utile est $\frac{2}{\pi}\operatorname{tang}\varphi \log\operatorname{tang}\left(\frac{\pi}{4}+\frac{A}{2}\right)$, expression qui, pour les petites valeurs de A, se réduit sensiblement à $\frac{2A}{\pi}\operatorname{tang}\varphi$.

» Dans ma Communication du 30 mai j'ai montré que, avec la disposition habituelle, ce rapport a pour valeur $\frac{4Ar}{\pi R}\sin\varphi$. Le résultat ne serait le même que si le rapport entre le rayon r des tourillons et leur distance R au centre avait pour valeur $\frac{1}{2\cos\varphi}$. En pratique, $\frac{r}{R}$ est beaucoup plus petit, et, par conséquent, l'ancienne disposition est préférable au point de vue de la perte de travail due au frottement. »

NAVIGATION AÉRIENNE. — *Sur la vitesse critique des ballons dirigeables.* Note de M. **Ch. Renard**, présentée par M. Maurice Levy.

« Les ballons dirigeables tels qu'on les conçoit aujourd'hui (*France, Santos-Dumont, Lebaudy*) ont une *vitesse critique* pour laquelle *leur coefficient de stabilité longitudinale s'annule* et au-dessus de laquelle ce coefficient *devient négatif*.

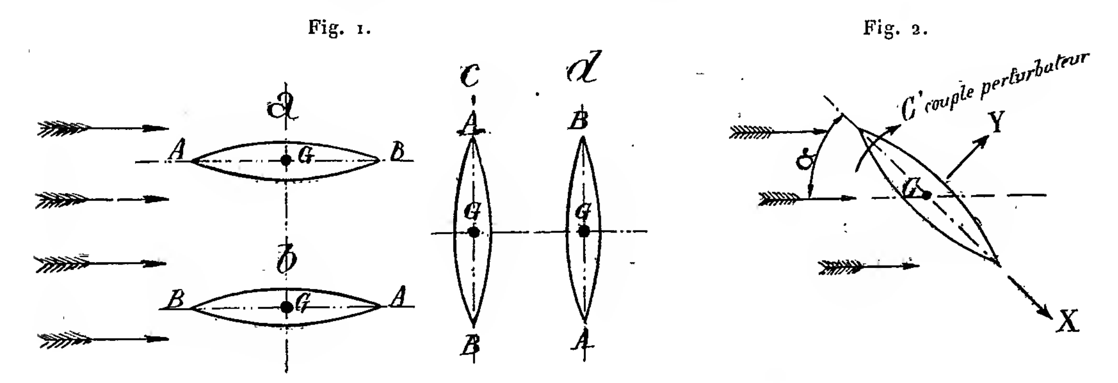
» Cette vitesse critique est relativement faible pour les ballons usuels (de 8^m à 11^m par seconde suivant la grosseur du ballon). Elle est inférieure à celle qui serait nécessaire pour rendre les aérostats pratiquement dirigeables, c'est-à-dire pour les mettre en état de sortir presque tous les jours avec certitude de succès. Elle est inférieure à la vitesse que les mo-

teurs légers actuels permettraient d'obtenir et il en résulte que, *dans l'état actuel des choses*, de nouveaux progrès dans la voie de l'allégement des moteurs ne peuvent plus contribuer en rien à augmenter la vitesse propre des ballons. La difficulté du problème de la direction des ballons a donc changé de nature.

» Elle semblait consister uniquement naguère dans la recherche des moyens d'augmenter la puissance motrice en allégeant le poids de l'unité de puissance; aujourd'hui un nouvel obstacle apparaît, celui de l'instabilité longitudinale des ballons en marche et, tant qu'il ne sera pas franchi ou tourné, les nouveaux progrès des moteurs ne feront pas avancer la question. Ces phénomènes ont été étudiés à Chalais par la méthode *du tunnel* et cette méthode a permis de mettre en évidence et de mesurer *le couple perturbateur* qui tend à écarter le ballon de sa position d'équilibre quand son axe de révolution s'écarte d'un angle α de la direction du courant d'air relatif. Elle consiste à placer dans un tube horizontal de gros diamètre (*tunnel*), traversé par un violent courant d'air, des carènes fusiformes qu'on peut suspendre autour d'axes transversaux quelconques. Ces ballons peuvent être équilibrés ou stabilisés statiquement par des masses placées en dehors du tunnel. Un fléau de balance, calé sur l'axe transversal d'oscillation et portant des plateaux, permet de provoquer et de maintenir des inclinaisons déterminées.

» Si l'on choisit comme point de suspension le centre de gravité du volume, on observe les phénomènes suivants :

» 1° Une carène fusiforme symétrique (*fig.* 1) suspendue autour du



centre de gravité G du volume, et statiquement indifférente, a deux positions d'équilibre instable *a* et *b*, qui correspondent au cas où le courant d'air relatif est parallèle à l'axe de révolution et deux positions stables *c*

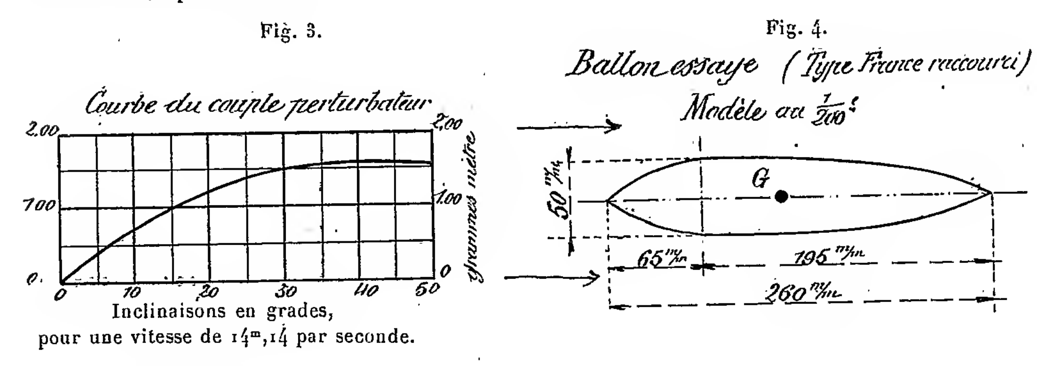
et d qui correspondent au cas où l'axe de révolution est normal au courant d'air.

» 2° Si l'on cherche à maintenir le ballon dans une position intermédiaire (*fig.* 2) (axe de révolution incliné de α sur le courant d'air), on ne le peut qu'en introduisant un couple *redresseur*, fonction de α et proportionnel au carré de la vitesse de l'air. Ce phénomène met donc en évidence l'existence d'un *couple perturbateur* C' de la forme $KV^2 f(\alpha)$.

» La fonction $f(\alpha)$ s'annule pour $\alpha = 0$ et $\alpha = 100^G$ et passe par un maximum, pour une valeur de α voisine de 50^G.

» Nous donnons (*fig.* 3) la forme graphique de cette fonction entre $\alpha = 0$ et $\alpha = 50^G$ pour une carène du type *France* un peu raccourci (*fig.* 4) et une vitesse de l'air voisine de 14^m par seconde.

Fig. 3. Fig. 4.



Inclinaisons en grades, pour une vitesse de $14^m,14$ par seconde.

» Si l'on se borne aux petits angles (jusqu'à 20^G), le couple perturbateur C' est donné par la formule approchée

$$C' = 0,145 \sin\alpha\, a d^3 V^2, \tag{1}$$

dans laquelle C' est en kilogrammètres, a est le poids du mètre cube d'air en kilogrammes, d le diamètre du ballon en mètres et V la vitesse relative en mètres par seconde.

» D'autre part, le couple stabilisateur C dû au poids suspendu au ballon est, dans ce type et en ne tenant pas compte des déformations du ballon et de la suspension, sensiblement représenté par la formule

$$C = 1,73 \sin\alpha\, a d^4. \tag{2}$$

Posons $1,73\, a d^4 = \mu$ et $0,145\, a d^3 V^2 = \lambda$, on aura

$$C = \mu \sin\alpha, \qquad C' = \lambda \sin\alpha,$$

et le couple de rappel du ballon $C_1 = C - C' = \mu\left(1 - \frac{\lambda}{\mu}\right)\sin\alpha = \mu' \sin\alpha$; μ est le

coefficient de stabilité au repos, μ' le coefficient de stabilité en marche;

$$\mu' = \mu\left(1 - \frac{\lambda}{\mu}\right), \tag{3}$$

il est donc moindre que μ et s'annulera quand λ deviendra égal à μ.

» Or μ est indépendant de la vitesse, tandis que λ est proportionnel à V^2.

» Il y aura donc une *vitesse critique* ψ pour laquelle on aura $\mu' = 0$.

» Elle est donnée par la relation $0,145\psi^2 = 1,73d$, d'où

$$\psi = 3,454\sqrt{d}. \tag{4}$$

» Pour des ballons semblables, elle croît comme la racine carrée du diamètre.

» Le Tableau suivant donne, pour les trois ballons qui ont *été effectivement dirigés*, les valeurs de la vitesse critique ψ, de la puissance critique Δ, de la puissance qu'ils pourraient emporter D, étant donnée la légèreté actuelle des moteurs, et de la vitesse V_m qu'ils pourraient atteindre si le ballon conservait sa stabilité à toutes les allures :

Désignation du ballon.	d.	Vitesse critique. ψ.	Puissance critique en chevaux. Δ.	D.	V_m.	Dates.
	m	m	chx	chx	m	
France	8,40	10,00	24,2	60	13,50	1884 et 1885
Santos n° 6....	6,00	8,50	7,5	22	12,10	1901
Lebaudy......	9,80	10,80	41,3	95	14,20	1902 et 1903

» En pratique, le ballon devient *ingouvernable* bien au-dessous de la vitesse critique ψ.

» Après avoir signalé le mal, il faut évidemment indiquer le remède. C'est ce que nous nous proposons de faire prochainement. »

ÉLECTRICITÉ. — *Sur les rayons cathodiques*. Note de M. **P. Villard**, présentée par M. Mascart.

« En 1858 Plücker avait observé que dans une ampoule à gaz raréfié placée dans un champ magnétique intense la lumière négative se dispose suivant un tube de force ayant pour base la cathode. Récemment M. A. Broca [1] a nettement établi que dans un champ puissant il se produit

---

[1] *Comptes rendus*, t. CXXVI, 1898, p. 736 et 823.

simultanément des rayons cathodiques ordinaires s'enroulant autour du champ suivant les lois connues, et une seconde espèce de rayons qui suivent les lignes de force. Ces phénomènes ont également été étudiés par M. Pellat qui les a interprétés en admettant l'existence d'un frottement anisotrope des particules cathodiques dans le champ magnétique (¹).

» L'existence de deux espèces de rayons peut être facilement vérifiée par des dispositifs analogues à ceux de M. Broca; on peut également employer une ampoule cylindrique étroite placée obliquement dans un champ uniforme ou mieux convergent: on voit alors simultanément le faisceau dirigé suivant les lignes de force et la trace fluorescente produite sur la paroi par les rayons ordinaires déviés et disposés suivant une nappe hélicoïdale (²).

» Le procédé le plus simple consiste à observer les rayons dans l'oxygène pur qu'ils illuminent brillamment en jaune. On distingue alors très nettement, et sans troubler le phénomène, le faisceau hélicoïdal et le faisceau en tube de force. Ces aspects peuvent être photographiés.

» Ces rayons de seconde espèce, que j'appellerai *magnéto-cathodiques*, pour rappeler leur mode de formation, se produisent, toutes choses égales d'ailleurs, avec une différence de potentiel moindre que les rayons ordinaires; leur apparition détermine une chute de tension aux électrodes et, par suite, un affaiblissement notable, ou même une suppression complète des rayons cathodiques proprement dits (³).

» Les propriétés principales des deux espèces de rayons sont essentiellement différentes. Pour les rayons magnéto-cathodiques, le champ est non seulement directeur, mais aussi moteur. Si, en effet, l'on gêne l'émission (plus exactement l'alimentation) en plaçant près de la cathode un diaphragme à petite ouverture, on constate qu'en faisant croître suffisamment le champ on peut obtenir une émission au travers de cette ouverture;

(¹) *Comptes rendus*, t. CXXXIV, 1902, p. 352 et 697.

(²) Quand on fait croître le champ, on observe d'abord une tache fluorescente unique de plus en plus déviée qui s'allonge en arc d'hélice; quand le rayon de courbure des rayons les plus déviés est devenu assez petit, ceux-ci passent sans toucher le verre, décrivent une spire de plus et font brusquement apparaître sur la paroi une deuxième tache fluorescente semblable à la première, puis, de même, une troisième et une quatrième, de plus en plus faibles.

(³) Dans certains cas, en particulier avec des ampoules très résistantes, on observe au contraire une élévation de la tension qui paraît due à l'électrisation négative des parois par les rayons déviés ramenés près de la cathode.

de même la fluorescence excitée sur le verre et surtout la luminescence du gaz traversé par les rayons augmentent d'intensité avec le champ.

» Les rayons magnéto-cathodiques ne sont pas électrisés :

» L'ombre d'un fil ne s'élargit pas quand on charge ce fil négativement [expérience de M. Perrin (¹)]. On peut même relier ce fil à la cathode sans obtenir, soit un élargissement de l'ombre, soit la suppression des rayons passant près du fil.

» La méthode du cylindre de Faraday, devenue classique depuis les travaux de M. Perrin, permet de vérifier directement cette absence d'électrisation : il convient seulement d'éviter le mélange des rayons en plaçant, en avant de la cathode, un diaphragme à petite ouverture, et il est commode de ne pas mettre en ligne droite la cathode, le diaphragme et l'ouverture de l'enceinte protégeant le cylindre. Dans ces conditions, en l'absence du champ aucun rayon n'arrive au cylindre, et, si l'appareil est électriquement étanche, l'électroscope n'accuse aucune charge. On peut ensuite, à volonté, diriger dans le cylindre soit les rayons ordinaires, au moyen d'un aimant faible, soit les rayons magnéto-cathodiques en orientant convenablement l'ampoule dans un champ puissant. Une poudre fluorescente, déposée sur l'enceinte du cylindre, facilite le réglage de l'expérience. Or, l'arrivée des rayons ordinaires dans le cylindre produit instantanément une divergence des feuilles d'or correspondant à plusieurs centaines de volts; la divergence est, au contraire, absolument nulle avec les rayons magnéto-cathodiques.

» Leur charge, si elle existe, est donc incomparablement moindre que celles des premiers. Il est fort probable que cette charge est nulle et que ces rayons sont autre chose qu'électrisés.

» En effet, si l'on fait passer un mince faisceau de rayons magnéto-cathodiques dans un champ électrique (longueur des plateaux 40^{mm} à 50^{mm}, écartement 8^{mm} à 10^{mm}, différence de potentiel 250 à 500 volts) on observe une déviation, mais, contrairement à ce qui a lieu en pareil cas pour les rayons de Hittorf, *cette déviation se produit perpendiculairement aux lignes de force électrique*. Le sens de la déviation change avec celui du champ électrique ou magnétique : ce dernier étant dirigé de droite à gauche, un observateur regardant dans la direction de la force électrique verra les rayons s'enrouler dans le sens du mouvement des aiguilles d'une montre. La grandeur de la déviation électrique est d'autant plus grande que le champ magnétique générateur est plus faible; c'est l'analogue de ce qui se passe pour la déviation magnétique des rayons cathodiques ordinaires.

» Ainsi les propriétés des rayons magnéto-cathodiques sont inverses de celles des rayons de Hittorf : le champ électrique agit sur les premiers comme le champ magnétique sur les seconds, et réciproquement; c'est, je

(¹) *Annales de Chimie et de Physique*, 7ᵉ série, t. XI, 1897, p. 507.

crois, le premier exemple réalisé d'une action laplacienne de la force électrique. »

ÉLECTRICITÉ. — *Sur une méthode propre à mesurer les coefficients de self-induction*. Note de M. **Iliovici**, présentée par M. Mascart.

« La bobine dont on veut mesurer le coefficient de self-induction L se trouve dans un bras ab, de résistance r_1, d'un pont de Wheatstone, dont les trois autres bras sont formés par des résistances non inductives et sans capacités, $ad = r_2$, $bc = r_3$, $dc = r_4$. La source d'électricité se trouve dans la diagonale ac, l'appareil de zéro dans la diagonale bd. Enfin entre le point c et un point e variable sur la résistance r_2 est branché un condensateur de capacité C.

» La méthode consiste à régler d'abord l'équilibre en régime permanent en agissant surtout sur la résistance r_4; ensuite en régime variable en déplaçant le point e sur la résistance r_2 (la résistance r_2 peut être formée par deux boîtes de résistances *jumelles;* le point e reste alors fixe et l'on agit sur les résistances $ae = x$ et $ed = y$ de façon que $x + y = r_2$ reste constant).

» Soient i_1; i_2, i_3, i_4, $i_2 - j$ les courants dans les résistances $\overrightarrow{ab}$, $\overrightarrow{ae}$, $\overrightarrow{bc}$, $\overrightarrow{dc}$, $\overrightarrow{ed}$, pendant le régime variable; j le courant dans la branche $\overrightarrow{ec}$ du condensateur.

» Si l'équilibre existe *à chaque instant* du régime variable, on a

$$i_1 = i_3, \qquad i_2 - j = i_4; \qquad r_3 i_3 = r_4 i_4, \qquad r_1 i_1 + \mathrm{L}\frac{di_1}{dt} = x i_2 + y(i_2 - j),$$

$$j = \mathrm{C}y\frac{d(i_2 - j)}{dt} + \mathrm{C}r_4\frac{di_4}{dt};$$

d'où l'on déduit la relation

$$(1) \qquad (r_1 r_4 - r_2 r_3) r_4 + [\mathrm{L} r_4 - \mathrm{C} x r_3 (y + r_4)] \frac{di_4}{dt} = 0.$$

» Le courant i_4 ayant comme valeur initiale zéro et ne pouvant pas être identiquement nul, l'équation (1) nous donne

$$(2) \qquad r_1 r_4 - r_2 r_3 = 0,$$

qui est la condition d'équilibre en régime permanent, et

$$(3) \qquad \mathrm{L} = \frac{\mathrm{C}x(y + r_4) r_3}{r_4} = \mathrm{C} r_3 x \left(1 + \frac{y}{r_4}\right).$$

» On sait que le prototype des méthodes de comparaison, au pont de Wheatstone, d'un coefficient de self-induction à une capacité, c'est la méthode de Pirani, dans laquelle la bobine dont on veut mesurer la self-induction L, en série avec une résistance R, aux extrémités de laquelle on branche une capacité C, forme l'un des bras du pont.

» On a alors la formule

$$L = CR^2.$$

C étant habituellement petit, pour la mesure des coefficients de self-induction, R devra être grand; le courant qui traverse la bobine de self-induction sera donc forcément petit et la méthode peu sensible.

» Dans notre cas, au contraire, la formule qui donne L est très élastique : on peut s'arranger pour que le courant qui traverse la self-induction soit aussi grand que peut le supporter le fil, et l'on peut agir aussi sur les autres éléments de façon à obtenir une grande sensibilité.

» Il existe des variantes de la méthode de Pirani qui ont à peu près la même sensibilité que la nôtre; mais notre méthode a surtout deux avantages sur toutes celles dans lesquelles on compare un coefficient de self-induction à une capacité :

» 1° Elle permet l'emploi d'un galvanomètre quelconque, balistique ou non;

» 2° On peut employer *en toute rigueur et avec n'importe quelle vitesse de rotation*, le commutateur tournant (sécohmmètre) de MM. Ayrton et Perry, qui augmente énormément la sensibilité de la méthode.

» Ces deux avantages tiennent à ce qu'on s'arrange de façon que le courant dans l'appareil de zéro soit *nul à chaque instant*, tandis que dans les méthodes genre Pirani, c'est seulement la quantité d'électricité qui traverse le balistique pendant *une décharge complète* qu'on peut rendre nulle.

» On peut aussi employer le courant alternatif, l'appareil de zéro pourra alors être un téléphone.

» *Application :* On a mesuré le même coefficient de self-induction avec et sans sécohmmètre et l'on a trouvé :

» 1° Sans sécohmmètre :

$r_3 = 0^{\omega},28$, $C = 7,5$ microf., (i_1) rég. perm. $= 4^{amp}$, $x = 730^{\omega}$ à 20^{ω} près,
$r_j = 10\,380^{\omega}$; $r_4 = 15\,490^{\omega}$,

d'où

$$L = 0,00\,255 \text{ henry à 3 pour 100 près,}$$

» 2° Avec secohmmètre :

$$x = 745^{\omega} \text{ à } 1^{\omega} \text{ près en plus ou en moins,}$$

d'où

$$L = 0{,}002\,600 \text{ henry à moins de } 0{,}2 \text{ pour } 100 \text{ près. »}$$

PHYSIQUE. — *Des phénomènes qui accompagnent la contemplation à la chambre noire de surfaces faiblement éclairées par certaines lumières spéciales. Cas des taches de sulfure phosphorescent. Effet des anesthésiques.* Note de M. **F.-P. Le Roux**, présentée par M. Becquerel.

« En répétant certaines expériences relatives aux effets dits *des rayons N*, j'ai été amené à reconnaître que dans des cas déterminés la contemplation d'une surface douée d'une illumination sensiblement constante peut la faire apparaître comme douée d'une illumination variable, sans qu'on puisse invoquer d'autre cause de cette apparence que le fonctionnement même de l'organe et de ses annexes qui sont ici les parties du cerveau affectées aux perceptions visuelles. Ce sont donc là des phénomènes purement subjectifs; leur étude intéresse la théorie des perceptions visuelles et, au point de vue pratique, elle doit mettre les observateurs en garde contre des interprétations erronées. Voici les expériences que j'ai réalisées.

» Dans la partie centrale d'un écran noir, on fait, avec une bouillie de sulfure phosphorescent et de collodion, une tache de 2^{cm} ou 3^{cm} de diamètre. Il est bon que les bords soient irréguliers et l'épaisseur de la couche très inégale. On s'assied devant une table en s'y accoudant de manière à pouvoir conserver une position fixe; devant soi on place sur la table l'écran maintenu sensiblement vertical, à une bonne distance de vision distincte, de manière à le regarder à peu près normalement.

» Les choses étant ainsi disposées dans la chambre noire et la tache ayant été excitée par la lumière diffuse du jour, on la contemple avec un seul œil, en masquant l'œil inactif avec la main ou autrement, mais sans exercer sur lui aucune pression.

» Le plus souvent, avant la fin de la première demi-minute de contemplation, l'illumination de la tache commence à diminuer; généralement, la diminution va en s'accélérant jusqu'à un état à peu près stationnaire variable avec l'observateur.

» Le plus souvent, il arrive un moment où des nuages obscurs semblent passer sur la tache, surtout là où la matière phosphorescente a une moindre épaisseur. Pour d'autres observateurs, la diminution d'illumination devient oscillante, en passant quelquefois par l'extinction. En même temps, les contours de la tache sont devenus flous, et son diamètre apparent a diminué.

» Or, à quelque période du phénomène que l'on se trouve, on peut faire réapparaître presque instantanément l'aspect initial.

» Il suffit pour cela de rendre, pendant un instant, à l'œil qui observe ou même

seulement à l'autre, le contact de la lumière blanche, même très atténuée. Il peut suffire de la sensation de la lumière blanche subjective, telle que celle des phosphènes ou de l'illumination qui résulte de pressions, chocs ou mouvements plus ou moins brusques du globe de l'œil; en toussant ou émettant des sons plus ou moins violents, on peut réaliser plus ou moins complètement le même effet.

» Ces phénomènes se ramènent à des principes généraux relatifs aux sensations et à leurs perceptions. Une partie de leur mécanisme est de nature psychique. L'illusion sur le diamètre apparent est identique au même effet observé à propos de la Lune.

» De la contemplation monoculaire on passe à la contemplation binoculaire, avec cette circonstance que les modifications physiques qui peuvent être subies par chaque œil restent individuelles, tandis que les perceptions se composent psychiquement. C'est ainsi qu'à quelque période de l'excitation que se fasse la superposition des effets monoculaires, la résultante est une illumination qui paraît bien plus grande que la somme des illuminations perçues par chaque œil fonctionnant isolément. C'est un effet analogue à celui que j'ai signalé autrefois à l'occasion des sensations binauriculaires (¹).

» *Effets des anesthésiques*. — L'installation décrite ci-dessus permet de faire à ce sujet quelques constatations intéressantes.

» On remarquera tout d'abord que si l'on prend une tache constituée par une pâte toute fraîche de sulfure et de collodion, avec excès de collodion, quoique celui-ci contienne une forte proportion d'éther, cette tache paraît bien sensiblement s'illuminer, surtout lorsqu'elle est sèche.

» Mais l'*expérience capitale* est celle-ci : on regarde une tache phosphorescente avec un seul œil et tenant un flacon de collodion bouché avec le doigt on l'approche de la narine située du côté de l'œil qui observe; si, soulevant alors un instant le doigt, on fait une seule inhalation de la vapeur qui s'échappe du flacon, on voit instantanément l'illumination, très fortement amoindrie. Dans les mêmes conditions, le chloroforme peut procurer l'extinction totale.

» Il est évident *a priori* que dans cette circonstance l'effet de l'anesthésique n'a pas été de faire varier l'émission de lumière par la tache; mais on peut le vérifier, car si l'on ferme l'œil anesthésié et qu'on regarde la tache avec celui qui ne l'est pas on retrouve l'illumination initiale.

» Dans les mêmes circonstances, l'inhalation de menthol ne m'a pas paru avoir d'effet.

» L'alcool a une action contraire à celle du chloroforme ou de l'éther.

(¹) *Sur les perceptions binauriculaires* (*Comptes rendus*, t. LXXX, 1875, p. 1073).

» A cause de sa moindre tension de vapeur il faut procéder un peu autrement à l'inhalation : on mouille d'alcool le bout du doigt et on l'introduit dans la narine située du côté de l'œil utilisé pour la contemplation.

» L'effet d'augmentation m'a paru être presque aussi fort que celui qui résulterait de l'emploi des deux yeux.

» La recherche du mécanisme de ces effets demanderait une longue étude. Une observation sommaire m'a montré que la variabilité d'ouverture de la pupille peut avoir une part dans l'effet, mais qu'elle est loin d'être prépondérante.

» Les effets des agents précités ne se dissipent que petit à petit. Ils sont souvent encore sensibles au bout de 30 minutes.

» Enfin, les effets peuvent ne pas se produire avec la même intensité sur les deux yeux. Pour moi, l'œil gauche paraît y être un peu moins sensible; il est vrai que j'ai toujours la narine de ce côté plus ou moins obstruée. »

PHYSIQUE. — *Sur l'anesthésie des métaux*. Note de M. **Jean Becquerel**, présentée par M. Henri Becquerel.

« J'ai montré, dans une Note récente ([1]), qu'il était vraisemblable d'attribuer l'origine des rayons Blondlot à des vibrations moléculaires qui se produiraient lorsque les molécules des corps seraient déplacées d'une position de stabilité. Dans un même corps, les molécules donneraient naissance soit à des rayons N, soit à des rayons N_1, suivant qu'elles seraient soumises à une compression ou à une extension. De plus, j'ai été conduit à cette conclusion que les rayons N et N_1 se comportent comme s'ils possédaient la propriété de transmettre, sur une surface susceptible de les emmagasiner, l'effet mécanique qui leur a donné naissance.

» Les rayons Blondlot paraissent ainsi jouir de propriétés inconnues jusqu'à présent pour tout autre rayonnement, et j'ai été amené à rechercher si leur transmission par certains corps n'était pas souvent plus complexe que celle de la lumière par les corps transparents. En particulier, je me suis proposé d'examiner si les substances transparentes pour les rayons N et N_1 ne prenaient pas elles-mêmes, dans un grand nombre de cas, sous l'action du rayonnement, un mouvement vibratoire les transfor-

([1]) *Comptes rendus*, 30 mai 1904.

mant en sources secondaires et si cet emmagasinement n'était pas nécessaire pour que la propagation des rayons s'effectuât à l'intérieur de ces corps : j'ai pensé que l'action des anesthésiques qui, comme on le sait, suspendent l'émission des sources de rayons Blondlot, pourrait donner des résultats intéressants pour l'étude de cette question.

» Au sujet de l'action des anesthésiques, on peut rappeler que M. J. C. Bose a montré que certains poisons, et en particulier les anesthésiques, diminuent la « réponse électrique de la matière », c'est-à-dire le retour à l'équilibre après une excitation et, suivant l'expression de ce physicien, les poisons pourraient « ou bien augmenter la viscosité, ou diminuer l'élasti- » cité (1) ». S'il en est ainsi, on conçoit que la matière ne puisse plus prendre les mouvements vibratoires extrêmement rapides qui donneraient naissance aux rayons N.

» Quelle que soit la part de vérité contenue dans les hypothèses que je viens de développer, ces idées m'ont conduit à établir que, lorsque la surface d'un métal traversé par les rayons N ou N_1 est soumise à l'action du chloroforme ou de l'éther, *dont les vapeurs sont transparentes pour le rayonnement*, ces rayons ne peuvent plus ni pénétrer, ni sortir par la face anesthésiée, tout au moins sans perdre leur propriété si singulière d'agir différemment suivant la nature de l'effet mécanique qui leur a donné naissance.

» Je me suis servi du dispositif employé dans les premières expériences relatives à l'action des anesthésiques sur les sources de rayons N (2). Une substance radiante était placée dans un flacon au-dessous de la base d'un cône en aluminium ou en cuivre traversant le bouchon, destiné à concentrer les rayons à son sommet. Un courant d'air chargé ou non de vapeurs de chloroforme ou d'éther pouvait être envoyé dans le flacon.

» Dans les expériences précitées j'avais eu soin de protéger le cône métallique contre une action possible de l'anesthésique par une couche de collodion, et, afin que la source de rayons N soit bien entièrement pénétrée par les vapeurs, on l'employait pulvérisée et l'on attendait que le collodion soit presque sec pour déposer la substance sur la base du cône.

» Si maintenant on laisse les vapeurs de l'anesthésique atteindre la base du cône métallique, on constate que, quelle que soit l'enveloppe transparente pour les rayons

---

(1) JAGADIS SCHUNDER BOSE, *De la généralité des phénomènes moléculaires produits par l'électricité sur la matière inorganique et sur la matière vivante.* (*Rapports présentés au Congrès international de Physique de Paris en* 1900, t. III, p. 585. — *Journ. de Phys.*, 4e série, t. I, p. 481.)

(2) JEAN BECQUEREL, *Comptes rendus*, 9 mai 1904.

au moyen de laquelle on protège la source contre l'action de l'anesthésique, un écran détecteur de sulfure de calcium ne révèle plus les rayons Blondlot (N ou N_1) à la pointe du cône. Mais, si l'on protège la base du cône par une lame de verre mince, l'action sur le sulfure persiste malgré le chloroforme lorsque la source est enfermée dans une boîte de verre, de bois, de carton; au contraire cette action cesse lorsque la source est protégée par une enveloppe métallique en aluminium ou en cuivre.

» On doit conclure de ces expériences que l'aluminium et le cuivre perdent leur transparence pour les rayons N quand la surface qui reçoit le rayonnement (base du cône) ou quand la surface de sortie des rayons (boîte métallique protégeant la source) est soumise à l'action de l'anesthésique; le quartz paraît jouir de la même propriété. Au contraire, le verre, le bois, le carton laissent toujours passer le rayonnement.

» Dès lors, un métal émettant des rayons dans toute sa masse, tel que l'acier, le cuivre comprimé ou étiré, le plomb longuement insolé, a son rayonnement suspendu par l'action de l'anesthésique agissant *seulement sur sa surface*, tandis que le bois comprimé, les larmes bataviques ne semblent pas sensibles à l'action du chloroforme et de l'éther parce que l'anesthésie de la surface ne pourrait arrêter que les rayons émis par la surface, et non ceux qui ont pris naissance au sein de la substance. Tous ces faits s'observent aisément à condition de protéger la base du cône métallique par une enveloppe de verre mince ou de carton.

» Ces résultats mettent en évidence la complexité du phénomène de la transmission des rayons Blondlot par les métaux. Les analogies, très grandes il est vrai, entre la transparence des métaux pour les rayons N et celle de la lumière pour le verre (réfraction, transmission par fils) ne semblent pas rendre compte de tous les phénomènes, en particulier des retards observés dans la transmission par les métaux et des phénomènes qui font l'objet de la présente Note.

» Pour expliquer ces faits, on pourrait envisager dans les rayons N deux éléments : un mouvement ondulatoire semblable aux ondes lumineuses, qui se propagerait dans l'aluminium avec une vitesse comparable à celle de la lumière dans le verre, puisque les indices de réfraction sont du même ordre de grandeur; et un autre mode d'énergie, ne se propageant que lentement, et dont la transmission serait arrêtée à la surface des métaux anesthésiés. Je poursuis actuellement des expériences analogues à celles que je viens de décrire, en employant comme détecteur une étincelle électrique, et les expériences faites jusqu'à présent me donnent quelques raisons de penser que, peut-être dans les métaux anesthésiés, la perturbation

de l'éther se propagerait toujours, mais alors elle ne serait plus capable de produire un rayonnement secondaire et de se caractériser comme rayon N ou comme rayon N_1 suivant son origine et, par conséquent, le mode habituel d'observation au moyen du sulfure ne la révélerait plus. »

ÉLECTROCHIMIE. — *Méthode pour l'enregistrement continu de l'état d'ionisation des gaz. Ionographe.* Note de M. **Ch. Nordmann**, présentée par M. Lœwy.

« Les divers procédés employés jusqu'à ce jour pour l'étude de l'ionisation et de la radioactivité comportent des modes opératoires assez longs et compliqués qu'il faut renouveler à chaque nouvelle mesure et qui nécessitent chaque fois l'intervention de l'opérateur ; ils ne se prêtent pas à un enregistrement et les mesures, outre que chacune d'elles prend un certain temps, sont forcément discontinues [1].

» La méthode que je vais décrire paraît éviter ces inconvénients ; elle réalise, en quelque sorte, automatiquement les mesures, et se prête à la fois à l'enregistrement photographique et continu, et à des lectures directes et immédiates à un moment quelconque, et sans l'intervention d'aucun mode opératoire, l'appareil une fois réglé.

« I. Le gaz étudié se trouve entre les armatures d'un condensateur; l'une a est portée à un potentiel suffisant pour produire entre les armatures le courant de saturation; l'autre b est reliée d'une part à l'électromètre, d'autre part à la terre par l'intermédiaire d'une résistance très grande R (dont la valeur sera déterminée ci-dessous); sous l'influence du champ produit dans le gaz entre les armatures, b recueille par seconde une quantité d'électricité Q, caractéristique du nombre n des ions produits par seconde au sein de ce gaz. Soient C la capacité et E le potentiel de b et de ses connexions électrométriques; les quadrants de l'électromètre étant séparés au temps zéro, la charge CE de b au bout du temps t sera évidemment égale à Qt moins la quantité d'électricité perdue au sol à travers la résistance R. On peut donc écrire

$$CE = Qt - \int \frac{E}{R};$$

[1] Seul le quartz piézoélectrique de M. Curie permettait d'échapper jusqu'ici à cette discontinuité dans les mesures; mais il exige l'intervention constante de l'opérateur et ne se prête pas à l'enregistrément automatique.

l'intégration de cette équation conduit à l'expression

$$(1) \qquad E = QR\left(1 - e^{-\frac{t}{CR}}\right).$$

» Si alors le nombre n des ions produits au sein du gaz devient n', la quantité d'électricité recueillie par b devenant Q', il est facile de voir qu'on aura au bout d'un nouveau temps t

$$(2) \qquad E' = Q'R\left[1 - \frac{Q'-Q}{Q'} e^{-\frac{t}{RC}}\right].$$

» On peut par un choix convenable des constantes de l'appareil (nous en verrons ci-dessous un exemple) rendre très petite la partie exponentielle des expressions (1) et (2), de sorte que, pratiquement, au bout d'un temps inappréciable, E et E' peuvent être considérés comme égaux respectivement à QR et Q'R.

» Autrement dit, à chaque instant la lecture de l'électromètre (que l'on peut soit suivre sur une échelle divisée, soit recueillir sur un papier sensible entraîné uniformément par un mouvement d'horlogerie) est un nombre proportionnel au nombre des ions produits dans le gaz étudié. La connaissance de la constante R permettra de graduer la feuille de l'enregistreur en « nombre d'ions par centimètres cubes » ([1]).

» II. Il est facile d'interpréter objectivement la formule $E = QR$ (qui correspond à une valeur de t rendant négligeable $e^{-\frac{t}{RC}}$) : il est évident en effet que le potentiel de b, supposé par exemple nul au début, doit augmenter par suite de l'apport continuel des ions jusqu'au moment où il reste stationnaire, la quantité Q apportée par les ions en 1 seconde étant alors égale à l'intensité du courant qui va du sol à travers la résistance R; on aura alors $\frac{E}{R} = Q$ ou $E = QR$, ce qui est bien l'expression ci-dessus.

» III. La sensibilité de l'appareil est, comme il ressort des expressions ci-dessus, proportionnelle à R, pour une valeur donnée de l'ionisation. Mais, d'autre part, on ne peut pas trop augmenter R, car la partie exponentielle de E et E' croît rapidement avec R et avec elle le léger retard des indications de l'appareil sur le phénomène; ce retard doit être négligeable

---

([1]) Il est naturellement indispensable d'employer un électromètre à zéro fixe; il sera bon de vérifier de temps en temps la position de ce zéro.

à côté de la vitesse avec laquelle varie la quantité Q. Il sera d'ailleurs d'autant plus petit pour une sensibilité donnée que Q sera plus grand.

» Il convient donc de déterminer la valeur la plus convenable des constantes R et C selon la nature des phénomènes étudiés et l'objet particulier de chaque expérience.

» Je vais en donner un exemple :

» *Application aux ionisations intenses telles que celles produites par le radium et les rayons* X. — Pour les ionisations très intenses et avec les appareils de dimensions moyennes utilisés ordinairement pour leur étude, Q est de l'ordre 10^{-8} coulomb par seconde, c'est-à-dire 10^{-8} ampère.

» Supposons que l'électromètre employé donne 500 divisions pour 1 volt et qu'on veuille apprécier des variations de $\frac{1}{100}$; comme on peut estimer facilement la demi-division, on déduit de la formule (1) qu'il faudra prendre

$$R \geqq 10^7 \text{ ohms.}$$

» Supposons qu'on prenne $R = 10^7$ ohms; le temps t au bout duquel $E = QR$ à $\frac{1}{100}$ près est donné par $\frac{t}{RC} \geqq \frac{\log 100}{\log e}$.

» Ce temps sera donc plus petit que $\frac{1}{2}$ seconde par exemple à condition de prendre C inférieur à 10^{-2} microfarad environ, ce qui est parfaitement réalisable dans la pratique. Les capacités auxquelles on a affaire ordinairement dans les expériences de radioactivité étant bien inférieures à 10^{-2} microfarad, il s'ensuit que ce temps t sera inférieur d'autant à $\frac{1}{2}$ seconde; on voit qu'ainsi l'appareil enregistre d'une manière pour ainsi dire immédiate les états d'ionisation variables du gaz étudié.

» Quant à $R = 10^7$ ohms, je rappelle qu'on construit facilement des résistances très constantes de cet ordre, comme l'ont montré successivement Hittorf, M. Warburg et M. Max Reich, en employant une solution d'iodure de cadmium dans l'alcool amylique dans un tube à électrodes de cadmium.

» Cette méthode paraît de nature à être utilisée pour les recherches les plus variées relatives à l'ionisation et à la radioactivité; et peut-être, en raison des avantages énumérés au début de cette Note, pourra-t-elle y rendre quelques services.

» Il sera, je crois, commode de donner aux appareils construits suivant le principe que je viens d'exposer le nom d'*Ionographes*, qui caractérise, semble-t-il, clairement leur objet.

» Dans une prochaine Communication j'étudierai plus particulièrement l'application de cette méthode à l'enregistrement continu de l'ionisation atmosphérique. »

ÉLECTROCHIMIE. — *Influence de la fréquence dans l'électrolyse par courant alternatif*. Note de MM. **André Brochet** et **Joseph Petit**, présentée par M. Henri Moissan.

« De la Rive, qui fit les premières recherches sur l'électrolyse par courant alternatif, observa que la quantité de produits formés aux électrodes diminuait rapidement lorsque l'on augmentait la fréquence. Ce point fut confirmé depuis par tous ceux qui se sont occupés de cette question.

» Au cours de l'étude que nous avons entreprise sur ce même sujet nous avons observé un certain nombre de faits qui nous ont engagés à étudier l'action de la fréquence dans quelques cas particuliers.

» Dans une Note précédente, nous avons fait remarquer que le fer et le platine (nous avons ajouté par erreur le cobalt), pratiquement insolubles comme anodes en présence de cyanure de potassium, devaient, s'ils entraient en solution sous l'influence d'une série de courants alternativement positifs et négatifs, présenter un maximum de dissolution pour une fréquence déterminée.

» Nous avons constaté l'exactitude de cette hypothèse dans le cas du courant sinusoïdal.

» Nous nous sommes servis, pour effectuer la présente série de recherches, d'une commutatrice à excitation séparée dont nous faisions varier la vitesse en agissant sur la tension aux bornes de l'induit. Nous avons pu disposer ainsi de courants dont la fréquence était comprise entre sept et cent périodes par seconde.

» Ces expériences furent faites dans des conditions identiques, en utilisant des tiges de différents métaux, avec une intensité de 1 ampère correspondant à une densité de courant de 20 ampères par décimètre carré environ.

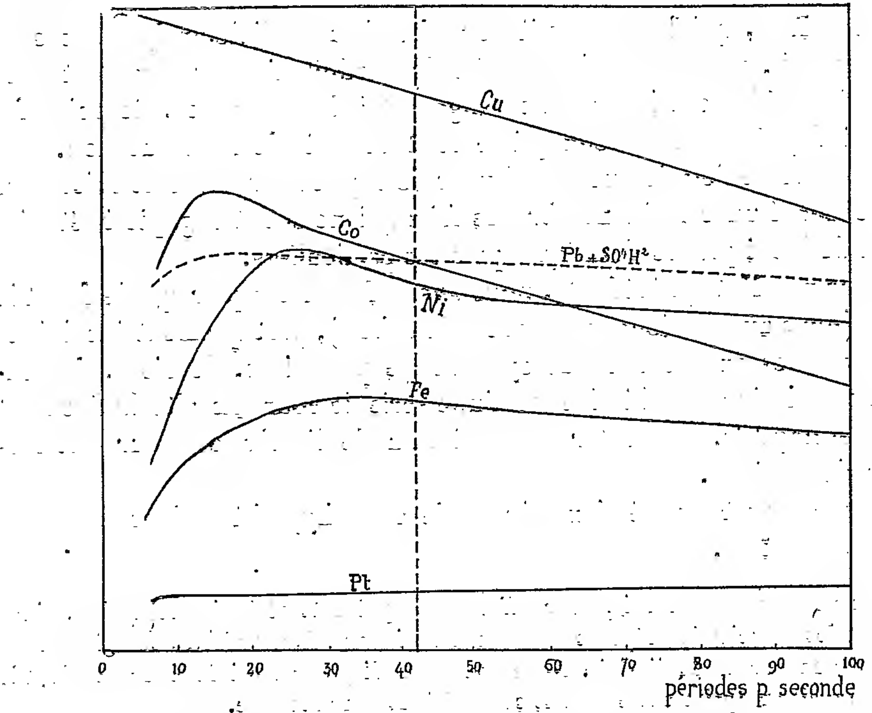
» Pour la comparaison facile des résultats, nous les avons réunis sur les courbes ci-après. Les ordonnées représentent le rapport du poids de métal dissous pendant l'unité de temps à son équivalent électrochimique; les abscisses donnent la fréquence en périodes par seconde.

» La courbe relative au cuivre montre que ce métal se dissout d'autant moins, dans une solution de cyanure de potassium, à quatre molécules-grammes par litre, que la fréquence est plus élevée.

» Cette réaction correspond donc à ce que l'on avait observé jusqu'à présent. Mais tous les métaux n'agissent pas de la même façon.

» Le fer donne une courbe présentant un maximum très net.

» Le platine fournit également des résultats intéressants. Sa solubilité spontanée dans le cyanure de potassium fut indiquée par Sainte-Claire Deville et Debray. Elle est insignifiante avec le métal en lame et ne se produit en tous cas qu'à la température de l'ébullition. La solubilité sous l'influence du courant alternatif que nous avons étudiée récemment est au contraire très importante. Le fait avait été signalé antérieurement par Ruer ([1]).



Dissolution de certains métaux dans le cyanure de potassium, sous l'action du courant alternatif. Effet de la fréquence.

» La courbe relative au platine montre que, dans la limite de nos expériences, la dissolution de ce métal augmente d'une façon régulière au fur et à mesure que l'on élève la fréquence.

» Les courbes du nickel et du cobalt passent par un maximum très net.

» Nous avons étudié comparativement l'action de l'acide sulfurique sur le plomb; dans les conditions de nos expériences l'effet de la fréquence est à peu près insensible.

» *Conclusions.* — Il était admis jusqu'à présent que, dans l'électrolyse par courant alternatif, la fréquence avait une action capitale sur les réactions mises en jeu et que la quantité de produits formés aux électrodes

([1]) *Z. phys. Chem.*, t. XLIV, p. 81.

décroissait rapidement au fur et à mesure que cette fréquence s'élevait.

» Nous établissons par la présente série de recherches que cette remarque n'est pas générale et que, fait assez inattendu, la fréquence n'a qu'une action faible dans le cas, précisément, de réactions particulières au courant alternatif, telles que la dissolution du fer et du platine dans le cyanure de potassium et celle du plomb dans l'acide sulfurique.

» Avec le nickel et le cobalt la fréquence agit d'une façon toute particulière en contradiction avec ce que l'on avait admis jusqu'ici.

» Il résulte enfin de nos observations que le courant alternatif paraît jouir de propriétés électrolytiques spéciales toutes différentes de celles du courant continu. »

PHYSICO-CHIMIE. — *Sur l'emploi des rayons N en Chimie.* Note de M. **Albert Colson**, présentée par M. H. Becquerel.

« Au point de vue des radiations Blondlot, l'action des alcalis sur les sulfates métalliques diffère de l'action des sulfates sur les alcalis, et aux deux modes d'émission correspondent deux ordres de phénomènes chimiques (*Comptes rendus*, 1904, p. 902).

» S'il existe réellement une corrélation de ce genre entre la Physique et la Chimie, les radiations doivent s'identifier quand les phénomènes chimiques se confondent. Pour obtenir l'identification des réactions chimiques j'ai tenté de décomposer le sulfate de zinc par une base plus énergique que la potasse : la baryte, capable de décomposer totalement les sulfates dissous, m'a paru d'autant mieux indiquée que, en dissolution, elle sature la molécule sulfurique avec un dégagement de $36^{Cal},8$, tandis que la potasse, pour produire le même effet, ne dégage que $31^{Cal},4$.

» J'ai donc examiné les radiations formées en saturant de l'eau de baryte par du sulfate de zinc. En mélangeant à l'agitateur, j'ai constaté l'apparition de rayons N dans une série d'expériences, tandis qu'en saturant le sel métallique par de l'eau de baryte, dans des conditions identiques, je n'ai généralement rien constaté. L'examen physique semble donc en désaccord avec les prévisions de la Chimie. Cependant il paraît probable qu'à des manifestations physiques différentes, ou simplement irrégulières, doivent correspondre des réactions chimiques variables.

» En effet, quand on verse progressivement de l'eau de baryte dans une dissolution connue de sulfate de zinc, on constate que les réactifs colorés

(tournesol ou phtaléine) virent au moment précis où l'on a ajouté les trois quarts de la baryte nécessaire à la précipitation totale de l'acide renfermé dans le sulfate, quelle que soit la dilution des liqueurs. Non seulement ce résultat est identique à celui que m'a fourni l'action de la potasse sur le même sel, mais il est beaucoup plus net, surtout quand la température dépasse 25°. Cela tient sans doute à la grande résistance du précipité envers la baryte en excès; cette propriété explique encore les irrégularités constatées dans l'émission des rayons N.

» L'analyse pondérale confirme les résultats des titrages alcalimétriques; elle montre, en outre, que la composition du précipité est constante du commencement à la fin de la précipitation, pourvu que le sel métallique soit en excès. Par exemple, $14^g,3$ de sulfate de zinc cristallisé ($\frac{1}{10}$ équiv.) formant une solution aqueuse de 400^{cm^3} ont été traités par le quart d'eau de baryte, nécessaire au déplacement total de l'acide sulfurique; ils ont donné un précipité qui, lavé et séché à 125°, pesait $3^g,502$. Le liquide filtré, joint aux eaux de lavages, a reçu une nouvelle dose de baryte égale à la première; il a fourni un précipité qui, lavé et séché à 125°, pesait encore $3^g,500$; enfin, une troisième dose égale de baryte a enlevé le reste du zinc dissous. Le précipité correspondant n'a pas été pesé; mais, comme il renfermait la même quantité de baryte que chacun des deux premiers, et comme il possédait une composition identique, son poids était certainement encore $3^g,500$.

» Les mesures thermochimiques concordent aussi avec ces résultats. Rapporté à une molécule de baryte, le premier précipité a dégagé 18^{Cal}, le deuxième $17^{Cal},6$ et le troisième $17^{Cal},85$. Dans ces trois expériences, l'élévation de température a été assez faible; elle a varié de 0°,31 à 0°,45; de sorte que, en tenant compte des erreurs de lectures, les dégagements de chaleur peuvent être considérés comme identiques.

» Remarquons que le déplacement normal de l'oxyde de zinc par le baryte, conforme à l'équation

$$SO^4Zn + Ba(OH)^2 = SO^4Ba + Zn(OH)^2,$$

dégagerait $13^{Cal},4$ et non pas $17^{Cal},8$, comme ci-dessus.

» Donc les corrélations entre la Physique et la Chimie subsistent : la thermochimie, comme le dosage volumétrique, comme l'analyse pondérale, indique qu'il ne se forme pas d'oxyde de zinc quand on ajoute de l'eau de baryte aux dissolutions de sulfate de zinc, et que le précipité formé possède une composition constante qui, d'après l'analyse du corps séché à 125°, correspond aux proportions $4ZnSO^4 + 3Ba(OH)^2$.

» Si l'on admet que toute la baryte se dépose à l'état de sulfate, la réaction s'exprime par l'équation

$$4ZnSO^4 + 3Ba(OH)^2 = 3SO^4Ba + SO^4\begin{cases}Zn - O - Zn - OH\\ Zn - O - Zn - OH\end{cases} + 2H^2O.$$

» Au contraire, quand on ajoute le sulfate de zinc à l'eau de baryte, on arrive à précipiter la totalité de l'acide sulfurique pourvu que l'on opère lentement.

» J'ai vérifié à l'aide des réactifs colorés que l'addition d'eau de baryte au sulfate

cuivrique en solution étendue donne un composé de forme

$$SO^4\left\langle\begin{matrix}Cu - O - Cu - O\\ Cu - O - Cu - O\end{matrix}\right\rangle Cu$$

analogue à celui que fournit la potasse, tandis que l'addition de sulfate cuivrique à la baryte provoque la saturation totale de l'acide sulfurique par cette base.

» En résumé, comme l'examen des radiations Blondlot le faisait prévoir, il y a deux ordres de phénomènes chimiques selon que la baryte agit sur les sulfates métalliques ou selon que les sulfates réagissent sur la baryte, en solution aqueuse et à la température ordinaire. Il nous reste à étudier plus à fond les réactions chimiques sommairement indiquées dans ce travail. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur la réduction de l'alcool o-nitrobenzylique. Remarques générales sur la formation des dérivés indazyliques.* Note de M. **P. Freundler**, présentée par M. H. Moissan.

« Les anomalies que l'on observe lors de la réduction alcaline des dérivés nitrés orthosubstitués ([1]) se révèlent d'une façon tout à fait nette dans le cas de l'alcool *o*-nitrobenzylique. J'ai montré en effet ([2]) que ce dernier ne fournit pas d'azoïque lorsqu'on le soumet à l'action de la poudre de zinc en présence de soude alcoolique.

» L'étude des azoïques à fonction alcool orthosubstituée ([3]) m'a permis d'expliquer très simplement ce fait; c'est ce que je vais montrer brièvement après avoir rappelé les résultats obtenus précédemment, résultats qui ont été partiellement modifiés par de nouvelles recherches.

» Les produits qui prennent naissance en petite quantité dans la réduction de l'alcool *o*-nitrobenzylique sont : 1° des traces d'*anthranile* reconnaissable à son odeur; 2° de l'*aldéhyde o-aminobenzoïque* (hydrazone fusible à 222°); 3° de l'*alcool o-aminobenzylique* (fusible à 81°-82°); 4° du *phénylindazol* (caractérisé par son point de fusion et son chloroplatinate); 5° un corps neutre, jaune, de formule $C^{14}H^8Az^2O^2$, fusible vers 294°, dont la nature n'a pas été déterminée; 6° un acide rouge qui n'a été isolé qu'une seule fois et qui possède vraisemblablement la formule

$$(2)\ CH^2OH.C^6H^4.Az = Az.C^6H^4.CO^2H\ (2').$$

([1]) *Comptes rendus*, t. CXXXVII, p. 521; t. CXXXVIII, p. 289.
([2]) *Comptes rendus*, t. CXXXVI, p. 370.
([3]) *Comptes rendus*, t. CXXXVI, p. 1136; t. CXXXVIII, p. 1276.

» Quant aux produits principaux de la réduction, ce sont : 1° l'*alcool indazyl-o-benzylique* (¹) (environ 16 pour 100), que j'avais considéré autrefois comme un produit de polymérisation de l'aldéhyde *o*-aminobenzoïque; 2° l'*acide indazyl-o-benzoïque* (environ 15 pour 100); 3° l'*acide anthranilique* (environ 21 pour 100); 4° des résines.

» La formation de l'alcool *o*-aminé et celle de l'aldéhyde et de l'acide anthraniliques résultent d'une réduction complète du groupement nitré, cette réduction s'effectuant en partie aux dépens du groupement alcool voisin qui est transformé simultanément en fonction aldéhydique ou acide. La présence de l'anthranile se comprend fort bien si l'on considère ce dernier comme un anhydride interne de l'aldéhyde *o*-hydroxylaminobenzoïque, $C^6H^4\left\langle\begin{matrix}CH\\ |\\ Az\end{matrix}\right\rangle O$; elle devient inexplicable si l'on conserve l'ancienne formule amidique $C^6H^4\left\langle\begin{matrix}CO\\ |\\ AzH\end{matrix}\right.$.

» Quant au phénylindazol, auquel j'avais assigné autrefois à tort la formule et la constitution d'une bis-benzylidène-aniline, et qui ne se rencontre d'ailleurs qu'à l'état de traces, il se forme lors de la distillation des produits neutres, grâce à une oxydation partielle et à une décomposition ultérieure de l'alcool indazylbenzylique. L'acide anthranilique peut avoir pris naissance, soit comme il est dit plus haut, soit par hydrolyse de l'anthranile. Enfin, l'alcool indazylbenzylique, et l'acide indazylbenzoïque résultent de la déshydratation des azoïques correspondants qui sont instables dans les conditions dans lesquelles la réduction a été faite (²).

» On voit donc que la réduction de l'alcool *o*-nitrobenzylique s'effectue normalement et selon les règles établies pour les dérivés nitrés orthosubstitués (formation d'hdroxylamines, puis d'azoïques et de dérivés aminés). Toutefois, la réaction est compliquée, d'abord par l'oxydation partielle ou totale du groupement alcool, et ensuite par l'instabilité des azoïques à fonction alcool qui se transforment plus ou moins rapidement en indazols.

» La formation des dérivés indazyliques est d'ailleurs loin d'être limitée

---

(¹) *Comptes rendus*, t. CXXXVIII, p. 1276.

(²) Je ferai remarquer qu'on ne rencontre parmi ces produits ni acide azobenzoïque, ni acide azoxybenzoïque; ce fait est en contradiction avec une expérience ancienne de M. Jaffé (*Hoppe-Seyler's Zeitschrift*, t. II, p. 55). Cet auteur aurait obtenu de l'*o*-nitrotoluène et de l'acide *o*-azoxybenzoïque en chauffant l'alcool *o*-nitrobenzylique avec de la potasse aqueuse. Or j'ai constaté que le prétendu nitrotoluène était un mélange d'aldéhydes *o*-aminobenzoïque et *o*-nitrobenzoïque; quant à l'acide azoxybenzoïque, il n'a pu être caractérisé, mais, par contre, j'ai retrouvé de l'acide anthranilique et une quantité assez forte du corps neutre $C^{14}H^8Az^2O^2$ mentionné plus haut.

Il n'y a donc pas de différence essentielle entre l'action de la soude aqueuse et celle de la soude alcoolique, sauf en ce qui concerne la formation des azoïques qui résultent de la déshydratation des hydroxylamines par la soude alcoolique.

à cette dernière réaction. J'ai montré déjà que les éthers-oxydes *o*-azobenzyliques ([1]) se décomposaient à la distillation en alcool et en éthers-oxydes indazyliques.

» L'*acétate de l'alcool indazyl-o-benzylique* (aiguilles rouges fusibles à 39°-40°) se dédouble également à la distillation en phénylindazol et en acide acétique :

$$C_6H_4(CH^2OCOCH^3)-Az=Az-C_6H_5 = CH^3CO^2H + C_6H_4\begin{matrix}Az\\|\\CH\end{matrix}>Az-C_6H_5$$

» J'ai montré, d'autre part ([2]), que les aldéhydes à fonction hydrazoïque se déshydrataient avec la plus grande facilité pour donner naissance à des composés appartenant à la même série. Les cétones se comporteraient probablement de même; un phénomène analogue a d'ailleurs été signalé à propos de la réduction de l'*o*-diazo-acétophénone par le sulfite de soude ([3]).

» Cette tendance si marquée à la formation du noyau indazylique dans des conditions assez différentes donne lieu de penser que ce noyau pourrait faire partie intégrante de la molécule de composés naturels. Elle suscite aussi l'idée que les dérivés orthosubstitués et notamment les azoïques se trouvent dans un état d'équilibre instable dont les formules de constitution actuelles sont impuissantes à rendre compte. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Nouvelle méthode de préparation des anilides.* Note de M. F. **Bodroux**, présentée par M. Troost.

« Les amines primaires réagissent sur les combinaisons organo-magnésiennes (Meunier, *Bulletin de la Société chimique*, t. XXIX, p. 314) de la manière suivante :

$$R - AzH^2 + R' - Mg - I = R'H + R - AzH - Mg - I.$$

» Comme les dérivés magnésiens des carbures acétyléniques, qui prennent naissance par un mécanisme analogue, ont permis à M. Jotsitch de faire la synthèse d'acides et d'alcools acétyléniques, je me suis demandé

([1]) *Comptes rendus*, t. CXXXVII, p. 531.
([2]) *Comptes rendus*, t. CXXXVII, p. 982.
([3]) E. Fischer, *Ann. Chem.*, t. CCXXVII.

s'il ne serait pas possible d'utiliser ces produits de substitution des amines pour introduire dans une molécule organique le groupement R — AzH.

» L'anhydride carbonique paraît être sans action sur les composés

$$R - AzH - Mg - I,$$

mais il n'en est pas de même des éthers-sels des acides monobasiques. La réaction, que j'ai étudiée avec les amines aromatiques primaires, fournit uniquement les anilides correspondantes.

» Elle est exprimée par les équations

$$\begin{matrix} R - AzH - Mg - I \\ R - AzH - Mg - I \end{matrix} + R' - COOR'' = Mg\begin{matrix} \diagup OR'' \\ \diagdown I \end{matrix} + R' - \underset{\underset{O - Mg - I}{|}}{\overset{\overset{AzH - R}{|}}{C}} - AzH - R.$$

$$R' - \underset{\underset{O - Mg - I}{|}}{\overset{\overset{AzH - R}{|}}{C}} - AzH - R + HCl = R - AzH^2 + Mg\begin{matrix} \diagup I \\ \diagdown Cl \end{matrix} + R' - CO - AzH - R.$$

» Le composé R — AzH — Mg — I est obtenu, soit en ajoutant l'amine à une solution d'iodure de méthylmagnésium refroidie, soit en faisant réagir sur le magnésium, en présence d'oxyde d'éthyle, un mélange en proportions moléculaires d'iodure de méthyle et d'amine. On fait tomber dans la liqueur qui contient cet organo-magnésien soit en dissolution, soit en suspension, une demi-molécule de l'éther-sel sur lequel on veut opérer. Il se produit une réaction énergique, qui cesse au bout de quelques instants. Lorsque la masse est revenue à la température du laboratoire, on la traite par l'acide chlorhydrique étendu. L'éther qui surnage est lavé, décanté, puis évaporé. L'anilide reste; on la purifie par cristallisation dans un dissolvant approprié.

» Les résultats obtenus en appliquant cette méthode sont consignés dans le Tableau suivant :

Composés primitifs.		
Éthers-sels.	*Amines.*	Anilides obtenues.
Formiate d'amyle........	aniline	$HCO - AzH - C^6H^5$
»	β-naphtylamine	$HCO - AzH - C^{10}H^7\beta$
Acétate d'éthyle.........	aniline	$CH^3 - CO - AzH - C^6H^5$
»	paratoluidine	$CH^3 - CO - AzH - C^6H^4 - CH^3$ (1.4)
»	β-naphtylamine	$CH^3 - CO - AzH - C^{10}H^7\beta$
Propionate d'éthyle......	aniline	$CH^3 - CH^2 - CO - AzH - C^6H^5$
»	orthotoluidine	$CH^3 - CH^2 - CO - AzH - C^6H^4 - CH^3$ (1.2)
»	paratoluidine	$CH^3 - CH^2 - CO - AzH - C^6H^4 - CH^3$ (1.4)

Composés primitifs.		
Éthers-sels.	*Amines.*	Anilides obtenues.
Benzoate d'éthyle........	aniline	$C^6H^5 - CO - AzH - C^6H^5$
»	orthotoluidine	$C^6H^5 - CO - AzH - C^6H^4 - CH^3$ (1.2)
Salicylate de méthyle.....	aniline	$C^6H^4\begin{cases} OH \\ CO - AzH - C^6H^5 \end{cases}$
»	paratoluidine	$C^6H^4\begin{cases} OH \\ CO - AzH - C^6H^4 - CH^3 \end{cases}$ (1.4)

» Le rendement en anilide est sensiblement théorique. »

CHIMIE AGRICOLE. — *Sur les engrais humiques complets.* Note de **J. Dumont**, présentée par M. Müntz.

« La préparation rationnelle des engrais humiques complets, à base de tourbe, repose essentiellement sur la production des humates et des humophosphates solubles qui sont les composants actifs de la *matière noire* du fumier de ferme. Pour vaincre la passivité de l'humus tourbeux, l'inertie de l'azote, et pour rendre possible en même temps la formation des composés phospho-humiques, on peut utiliser avec succès l'*action dissolvante* qu'exercent les carbonates alcalins sur les matières organiques naturelles du sol, et le *pouvoir absorbant* que l'humus possède à l'égard de l'acide phosphorique ou des phosphates préalablement dissous.

» Conformément à ces données générales, l'engrais que j'ai expérimenté l'an dernier à la station agronomique de Grignon avait été préparé en traitant une terre noire très humifère (contenant 2 pour 100 d'azote) par une solution concentrée de potasse perlasse où j'avais fait dissoudre du phosphate d'alumine. Après dessiccation à l'étuve, il dosait pour 100 :

Matières solubles (humates).............	50,4
Matières insolubles diverses.............	49,6
Azote organique total...................	1,6
Acide phosphorique total (en P^2O^5).....	2,9
Potasse totale (en K^2O)................	5,5

» La partie soluble contenait toute la potasse, les *trois cinquièmes* de l'azote (0,98) et les *quarante-six centièmes* de l'acide phosphorique (1,34). On voit que la richesse de l'engrais est incomparablement supérieure à celle des meilleurs fumiers : les principes fertilisants y revêtent-ils la même forme active ? L'acide phosphorique est-il combiné aux composés organiques, en partie du moins, comme dans la matière noire? Pour le savoir, j'avais précipité les substances humiques : soit à l'état libre, par l'action des acides citrique et chlorhydrique, soit à l'état d'humates insolubles, par

double décomposition avec le sulfate d'alumine ou les chlorures de fer et de calcium. Après filtration et lavage, j'ai dosé l'acide phosphorique dans les différents précipités et dans les eaux résiduaires. Voici les résultats obtenus pour chacun des réactifs employés :

	Acide phosphorique (en P^2O^5) : entraîné par les divers précipités.	Acide phosphorique (en P^2O^5) : restant dans les eaux résiduaires.
	g	g
Acide citrique................	0,877	0,463
Acide chlorhydrique...........	0,885	0,455
Chlorure ferrique.............	1,219	0,121
Sulfate d'aluminium...........	1,297	0,043
Chlorure de calcium...........	1,338	0,002

» Ces résultats sont particulièrements instructifs; ils nous montrent que l'acide phosphorique suit l'humus comme s'il était combiné avec lui. Ainsi, le précipité d'acide humique en entraîne les *deux tiers*, même quand il se forme dans un milieu où les phosphates devraient rester dissous : c'est une preuve péremptoire de l'existence des *composés phopho-humiques*. Avec les réactifs salins, la séparation est encore plus complète : tout le phosphate est entraîné par l'humate de calcium ; les humates de fer et d'aluminium ont une action moindre, en raison, vraisemblablement, de leur plus grand degré d'acidité.

» A d'autres points de vue, l'engrais humique complet possède encore les qualités essentielles du fumier. Sous le rapport de la *capacité nitrifiante*, les essais comparatifs faits en sol argilo-calcaire et en sol granitique nous ont montré que l'azote de la partie soluble nitrifie aussi rapidement que celui du sang. Enfin, les expériences culturales donnent la preuve évidente de son efficacité, de sa grande puissance de fertilisation. Malgré l'époque tardive de l'épandage (23 mai), les résultats obtenus furent très satisfaisants; les voici d'ailleurs, rapportés à l'hectare, pour les principales cultures :

		Rendements et excédents à l'hectare. Rendements.	Rendements et excédents à l'hectare. Excédents.
		kg	kg
a. Luzerne (foin sec)........	Sans engrais...........	4700	»
	Engrais chimiques (¹)....	5249	549
	Engrais humique (600kg)..	5640	940
	Engrais humique (900kg)..	6208	1508

(¹) L'engrais chimique consistait en nitrate de soude (200kg) et superphosphate (300kg).

		Rendements et excédents à l'hectare.	
		Rendements.	Excédents.
		kg	kg
b. *Betteraves à sucre*.......	Sans engrais...........	18700	»
	Engrais humique (1000kg).	22500	3800
c. *Pommes de terre*.........	Sans engrais...........	25000	»
	Engrais humique (1000kg).	31800	6800
d. *Blé Japhet* (le grain seul)..	Sans engrais...........	2300	»
	Engrais chimiques.......	2650	350
	Engrais humique (750kg)..	2750	450

» Un autre essai a été fait sur des betteraves fourragères. J'ai obtenu les rendements suivants par hectare :

	Poids des racines.	Excédents.	Rapport des racines aux feuilles.
	kg	kg	
Témoin (sans engrais)...............	38 100	»	3,00
Engrais humique (400kg).............	42750	4650	3,28
Engrais humique (500kg).............	44 000	5900	3,43
Engrais humique (1000kg)............	46 580	8480	3,47

» Ici, les suppléments de récolte varient de 11 à 22 pour 100. L'analyse des betteraves fumées et non fumées est intéressante :

	Composition des betteraves	
	avec engrais.	sans engrais.
Eau..................................	87,12	87,74
Matière sèche........................	12,88	12,26
Cendres..............................	0,92	0,53
Sucre................................	9,45	6,63
Non sucre............................	2,51	5,10

» Ainsi, par le seul emploi des engrais humiques, nous augmentons la richesse en sucre dans le rapport de 30 pour 100. L'engrais a-t-il agi par l'ensemble de ses principes fertilisants ou bien est-ce l'acide phosphorique seul qui intervient plus activement à cause de son état spécial. On ne saurait le dire présentement. Quoi qu'il en soit, ces premières recherches font ressortir, d'une façon manifeste, le rôle que peuvent jouer des engrais analogues au fumier de ferme, c'est-à-dire riches à la fois en humates alcalins et en composés phospho-humiques. »

CHIMIE PHYSIOLOGIQUE. — *Étude de la réaction provoquée par un ferment oxydant indirect (anaéroxydase).* Note de MM. **E. Bourquelot** et **L. Marchadier.**

« Dans un essai de classement des substances oxydantes que l'on peut rencontrer chez les êtres vivants, l'un de nous en a fait quatre groupes : *ozone, ozonides* (Schœnbein), *oxydases proprement dites* et *oxydases indirectes* (1). Les plus intéressantes parmi ces substances sont celles qui possèdent les propriétés d'un ferment. Elles constituent les deux derniers groupes. Les *oxydases proprement dites* ou *aéroxydases* se distinguent en ce qu'elles prennent l'oxygène de l'air pour le fixer sur certains composés oxydables, tandis que les *oxydases indirectes* ou *anaéroxydases* ne peuvent être oxydantes qu'au contact de l'eau oxygénée ou d'autres peroxydes qu'elles décomposent, de telle sorte qu'une partie de l'oxygène qui se dégage se porte sur les composés oxydables.

» Dans ces derniers temps, on a étudié, d'un peu plus près qu'on ne l'avait fait antérieurement, l'action des oxydases proprement dites. C'est ainsi, par exemple, qu'on sait aujourd'hui comment elles agissent, non seulement sur le *pyrogallol* (2), mais encore sur la *morphine* (3) et la *vanilline* (4).

» Il nous a paru intéressant de rechercher, sur un composé donné, si la réaction provoquée par un ferment oxydant indirect est la même que celle qui est provoquée par une oxydase proprement dite.

» Pour étudier cette question, nous avons choisi : 1° comme composé oxydable, la *vanilline*, composé sur lequel la réaction de l'oxydase de la gomme est bien connue et dont le produit d'oxydation est facile à caractériser; 2° comme source de ferment, la *macération de gruau*, qui est, comme l'on sait, riche en anaéroxydase.

» Après nous être assuré que la vanilline est bien oxydée sous l'influence de l'eau oxygénée additionnée de macération de gruau, nous avons cherché, par tâtonnements, quelles étaient les conditions expérimentales les plus favorables à l'oxydation.

---

(1) Em. Bourquelot, *Société de Biologie*, 1897, p. 402 et 687.

(2) H. Struve, *Ann. d. Chem. und Pharm.*, t. CLXIII, 1872, p. 160.

(3) J. Bougault, *Journal de Pharm. et de Chim.*, [6], t. XVI, 1902, p. 49.

(4) R. Lerat, *Société de Biologie*, 1903, p. 1325, et *Journal de Pharm. et de Chim.*, [6], 1903, p. 628.

» Ces conditions, sur lesquelles nous ne pouvons insister ici, se trouvent remplies dans l'expérience suivante :

	cm³
Solution aqueuse de vanilline à 1 pour 100	25
Eau oxygénée à 12^{vol}, neutralisée par le carbonate de calcium	10
Macération de gruau à 10 pour 100	100

» On mélange d'abord l'eau oxygénée à la solution de vanilline, puis on ajoute peu à peu la macération de gruau et l'on porte le tout dans une étuve à 30°-33°.

» En opérant ainsi, on obtient, en 24 heures, 0g,175 d'un produit cristallisé qui, dès l'abord, nous a paru être de la *déhydrodivanilline*. Pour l'étudier de plus près, nous en avons préparé une plus grande quantité en opérant sur 5g de vanilline. Le produit d'oxydation obtenu a été dissous dans de la lessive de soude très étendue. On a filtré et ajouté au liquide filtré de l'acide acétique, ce qui a amené la précipitation du produit purifié.

» Celui-ci fondait vers 302°, exactement à la même température que de la déhydrodivanilline que nous avions préparée avec la vanilline et le perchlorure de fer, selon le procédé de Tiemann.

» Pour nous assurer définitivement de l'identité de ce produit, nous en avons préparé l'éther diméthylique. Cet éther, purifié par cristallisation dans l'alcool absolu, présentait toutes les propriétés de la *diméthyldéhydrodivanilline;* en particulier, il fondait à 136°, comme ce dernier composé.

» Il est donc ainsi établi que la réaction provoquée par un ferment oxydant indirect et l'eau oxygénée sur la vanilline est la même que celle qui est provoquée, en présence de l'air, par une oxydase proprement dite.

» On doit, d'ailleurs, admettre que l'action du premier de ces ferments ne réside pas dans une décomposition quelconque de l'eau oxygénée. Si, en effet, on emploie le bioxyde de manganèse comme agent décomposant, on ne constate aucune modification du produit oxydable. Il est vraisemblable que l'oxygène dégagé sous l'action du ferment se trouve, au moins en partie, au moment où il se dégage, dans un état moléculaire différent de celui qui est dégagé sous l'action du bioxyde.

» Enfin, quelques propriétés communes à l'oxydase indirecte et aux oxydases proprement dites paraissent relier entre eux ces agents d'oxydation. En particulier, la présence d'une assez forte proportion d'alcool (jusqu'à 50 pour 100) n'entrave pas sensiblement leur action. D'autre part, de faibles proportions d'acide cyanhydrique les paralysent (fait déjà observé par Schœnbein), et ils résistent à l'action de la chaleur plus longtemps que les ferments hydratants. Ce sont là des faits qui viennent à l'appui de l'hypothèse déjà énoncée, d'après laquelle les aéroxydases seraient un mélange de deux ferments. Pour nous, nous serions tentés d'y voir : 1° une sorte

d'*hydroxydase* susceptible, au contact de l'air, de transformer l'eau en eau oxygénée, ou de donner, avec certains corps, des peroxydes, et 2° une oxydase indirecte décomposant ces derniers avec production d'oxygène actif. »

CHIMIE INDUSTRIELLE. — *L'étouffage des cocons par le froid artificiel.* Note de M. J. DE LOVERDO, présentée par M. Müntz.

« L'opération que l'industrie désigne sous le nom d'*étouffage* se propose la destruction de la chrysalide renfermée dans le cocon du ver à soie. On sait que, sans cette précaution, la chrysalide se transformerait en papillon, et celui-ci percerait le cocon et le rendrait impropre à la filature en rompant la continuité de la bave.

» Actuellement, on pratique l'étouffage par la chaleur. On se sert d'appareils spéciaux à air chaud ou à vapeur. Les étuves à air chaud présentent l'inconvénient d'altérer la bave par suite de l'humidité que communique le corps de la chrysalide en se désagrégeant. Les étouffoirs à vapeur ont le défaut de mouiller les cocons et d'augmenter le nombre des taches. En outre, si, par un manque de surveillance, on laisse trop cuire les cocons, on les rend duveteux et d'un dévidage difficile; on risque aussi de ne pas étouffer tous les cocons si la cuisson est insuffisante.

» Un procédé d'étouffage capable de tuer sûrement la chrysalide, sans tacher la soie, constituerait un progrès sensible.

» Nous inspirant des travaux de Cornalia sur les troubles que les basses températures provoquent aux fonctions vitales du ver à soie, nous avons pensé à substituer le froid à la chaleur pour l'opération de l'étouffage.

» Nos expériences ont porté sur une grande quantité de cocons, provenant d'une même chambrée, qui nous étaient parvenus le 24 juin 1903.

» Un premier lot témoin a été placé dans des conditions favorables d'éclosion : température, + 22°; degré hygrométrique, 70 pour 100. Tous les papillons de ce lot sont sortis entre le 5 et le 7 juillet suivant. Les autres cocons ont été distribués dans quatre chambres distinctes d'un établissement frigorifique, tenues respectivement, et d'une façon constante, aux températures suivantes: la première à 0°, la deuxième à — 2°, la troisième à — 4°, la quatrième à — 8°. On avait soin, tous les jours, de prélever une certaine quantité de cocons dans chacune de ces chambres et de les placer dans le local, favorable à l'éclosion, affecté au lot témoin.

» Ces essais, qui ont été poursuivis pendant 6 semaines, ont démontré qu'un séjour de 48 heures dans un milieu refroidi entre 0° et — 8° ne paraît exercer d'autre influence qu'un retard de 4 à 5 jours dans l'éclosion de la chrysalide.

» Les troubles dans la vitalité ne se manifestent qu'après 4 jours d'action aux températures signalées. L'éclosion, qui est retardée dans ce cas de 8 jours environ, reste encore normale pour les deux tiers des cocons traités, mais elle devient pénible pour l'autre tiers. L'action du froid prolongée pendant 15 jours accentue ces troubles. Les papillons sont d'autant plus souffreteux que cette action a été plus longue. C'est plutôt par la durée que par l'intensité que le froid paraît agir entre 0° et — 8°.

» Au moment de l'éclosion, les insectes les plus atteints sécrètent leur liquide caractéristique qui tache le cocon sans le perforer et, par suite, ils subissent leur transformation en papillons dans l'intérieur même de leur cocon.

» Les moins atteints perforent leur coque, mais il y en a qui ne parviennent pas à s'en dégager : leur tête seule émerge, tandis que leur abdomen et leur thorax restent emprisonnés. D'autres arrivent à se débarrasser de leur cocon ; mais leurs pattes, longues et minces, ont de la peine à les soutenir ; leurs ailes, petites et froissées, paraissent avoir subi l'action du feu ; ils ont le thorax et l'abdomen flasques et cessent tout mouvement au bout de quelques heures.

» Toutefois, même un froid de — 8°, pendant 15 jours consécutifs, n'empêche pas une petite proportion de cocons (10 pour 100 environ) de donner des papillons normaux et même vigoureux. Mais, à partir du vingt-cinquième jour et jusqu'à la fin de nos essais, nous n'avons plus constaté aucune éclosion. L'insecte, qui peut résister durant 15 jours à une température de — 8°, semble périr irrémédiablement en séjournant pendant 25 jours à 0° seulement ou 22 jours à — 8°.

» La chrysalide qui périt sous l'action du froid devient noire, mais elle ne tache pas les parois de son cocon, l'humidité de ses organes s'étant lentement évaporée; son volume est réduit et son poids varie de 0g,650 à 1g.

» Les cocons étouffés par le froid ne présentent aucun des inconvénients signalés dans l'étouffage par la chaleur. Dans le dévidage, ils se comportent d'une façon très satisfaisante. Tous ceux que nous avons étouffés par ce procédé ont été bien *détachés* et bien *abenés,* c'est-à-dire dévidés à fond, dans une filature de l'Ardèche.

» Il résulte de ces essais :

» 1° Que l'étouffage des cocons peut être obtenu aussi sûrement par l'action du froid que par celle de la chaleur, sous la condition de laisser séjourner la chrysalide, pendant près de 1 mois, à une température sèche, constante et inférieure à 0°.

» 2° Que les résultats obtenus entre 0° et — 8° sont sensiblement analogues, mais que, entre ces deux températures, il faut toujours donner la préférence à la plus basse.

» 3° Que l'étouffage par le froid présente l'avantage, sur les procédés usités, de ne demander aucune manutention et d'éviter complètement les déchets causés par l'imperfection des étouffoirs à air chaud et à vapeur.

» 4° Que l'étouffage par le froid pourrait avoir de l'intérêt pour le producteur. Le prix élevé et surtout la conduite délicate des étouffoirs actuels

obligent le sériciculteur à porter ses cocons, au fur et à mesure de leur formation, à un industriel possédant un étouffoir. De ce fait, le vendeur se trouve lié à l'acheteur avant la vente. Celle-ci s'opère habituellement 2 ou 3 mois après le décoconnage; mais alors le producteur n'est plus maître de ses cocons, qui ont été déjà dévidés et filés; il devra subir le prix établi entre industriels. Si, au contraire, il pouvait disposer d'une chambre froide, il ferait lui-même automatiquement l'étouffage et ne se dessaisirait de ses produits que dans les conditions qu'il jugerait avantageuses. »

ZOOLOGIE. — *Sur deux filets destinés à la récolte du plankton.* Note de M. J. RICHARD.

« Il y a entre le fond de la mer et sa surface, à des niveaux différents, une grande quantité d'organismes pélagiques appartenant aux groupes les plus variés. Jusqu'à présent, on n'a guère pu capturer directement qu'une catégorie de ces êtres au moyen de filets faits le plus souvent d'une fine étoffe de soie. De tels engins, dont le filet fin ordinaire est le type, n'ont que des dimensions très restreintes, et, à cause de cela, ne peuvent prendre que des animaux peu agiles comme ceux qui constituent le plankton microscopique flottant, pour ainsi dire sans vitesse propre appréciable. Pour prendre des animaux plus rapides, il faut évidemment opérer avec des filets à large ouverture. MM. Krupp et Lo Bianco ont essayé de pêcher ainsi avec un filet de 2^m de diamètre, à *grandes mailles*, mais le filet sur lequel ils comptaient beaucoup a donné très peu de résultats. Il faut, en effet, combiner une grande ouverture avec une maille petite, sans cependant rendre la filtration difficile ni trop diminuer la vitesse de l'engin.

» Les deux essais faits l'été dernier à bord de la *Princesse Alice* ont montré, par les résultats obtenus, qu'il est assez facile et peu dispendieux de construire un filet remplissant ces conditions.

» Le filet construit pour le yacht sur mes indications se compose d'une armature carrée en fer, démontable en quatre montants de 3^m de long et pouvant s'assembler en un cadre rigide qui forme l'entrée du filet. Celui-ci, en toile d'emballage vulgaire (à $0^{fr},50$ environ le mètre), a donc 12^m de tour à l'entrée, 6^m de long et se termine par un seau qui est soutenu par des ralingues fixées au cadre de fer. Ce dernier est relié au câble par une patte d'oie. Le filet est muni d'une empêche en toile d'emballage, il est fortement lesté d'un poids fixé aux ralingues, sous le seau. Le filet est descendu verticalement à la profondeur voulue, puis ramené aussi rapidement que possible, ce

qui fait opposer par le filet une résistance telle que les barres de fer sont arrivées ployées tandis que la toile d'emballage revient intacte.

» Le premier essai de ce filet, qui a 9^{m^2} d'ouverture, fut fait le 6 septembre. L'appareil fut immergé à 1500^m, au-dessus d'un fond de 4780^m.

» Il rapporta un grand nombre d'animaux variés, parmi lesquels plus de 50 espèces de Crustacés offrant 25 formes de Copépodes examinées par M. le professeur Sars qui y a reconnu plusieurs espèces nouvelles et d'autres très rares; certains exemplaires atteignent 10^{mm} de longueur. Le même naturaliste a constaté la présence de 7 Schizopodes, de 3 Macroures, de 4 Ostracodes (dont un *Gigantocypris*).

» Parmi les Amphipodes, M. Chevreux a observé 9 espèces, dont plusieurs très rares ou peu connues (*Vibilia cultripes*, etc.), ou dont certaines n'étaient guère connues que par des spécimens recueillis dans l'estomac de Germons (*Hyperioides longipes, Brachyscelus crusculum*).

» A ces Crustacés il faut ajouter 2 Phyllosomes et un *Eryoncicus*, genre très rare.

» Le filet a donné encore : des Méduses violettes bathypélagiques (*Atolla Bairdi*, d'après M. Maas); de grandes *Sagitta;* de nombreux Ptéropodes (*Hyalœa inflexa*, selon M. Vayssière); enfin des Poissons, dont de très nombreux Syngnathes jeunes, mesurant jusqu'à 10^{cm} de longueur; 6 exemplaires d'un *Cyclothone* de 35^{mm} à 40^{mm} et d'autres espèces de petits poissons noirs; 1 Scopélidé (*Myctophum*) de 50^{mm} de long et qui paraît à moitié dévoré, sans doute par les petits Crustacés.

» Les résultats obtenus par les deux seuls essais faits jusqu'ici avec le filet à grande ouverture sont donc très encourageants et je crois qu'il y a lieu de les poursuivre.

» Pour terminer, je crois bon de signaler les résultats heureux donnés par une autre espèce de filet fin destiné à recueillir le plankton de surface sans ralentir la vitesse du navire et qui peut être employé par une personne seule. Il s'agit d'un simple filet fin de 50^{cm} de long et de 6^{cm} d'ouverture. Le fond est simplement fermé avec une ficelle. On file de la ligne (lestée près du filet), suivant la vitesse, de façon que le filet reste immergé. Beaucoup de yachtsmen pourraient faire ainsi de précieuses collections de plankton avec facilité et une dépense excessivement réduite. Ce filet a fréquemment été employé à bord de la *Princesse Alice* à une vitesse supérieure à 18^{km} à l'heure. »

BIOLOGIE. — *Sur les Acarophytes*. Note de M. DE WILDEMAN, présentée par M. Guignard.

« Dans ses études fondamentales sur les Acarophytes, M. A. N. Lundstroem classait ces derniers en quatre groupes, tout en reconnaissant l'exis-

tence de formes intermédiaires, parfois très difficiles à répartir dans une de ces quatre subdivisions. Récemment, MM. Penzig et Chiabrera, se basant sur la même classification, ont publié une liste de tous les Acarophytes connus jusqu'au moment de leurs recherches. Il résulte de ces données que les Acarophytes sont plus nombreux qu'on ne le croyait et que des recherches attentives ont permis de reconnaître la présence d'acarodomaties dans des groupes de plantes chez lesquelles on ne les soupçonnait guère. En parcourant la liste de MM. Penzig et Chiabrera on remarque que l'Amérique et en particulier le Brésil sont riches en Acarophytes, tandis que l'Afrique ne possède que peu d'espèces à acarodomaties définies. Sur ce dernier continent les Acarophytes sont cependant beaucoup plus répandus qu'on ne le croit et l'étude de matériaux d'herbier, quoique peu favorables à ce genre de recherches, permet d'ajouter de nombreux noms à la liste des végétaux de ce groupe.

» En Afrique tropicale, comme d'ailleurs dans les autres régions du globe, les acarodomaties sont répandues surtout chez les Rubiacées, où l'on rencontre tous les types et de très nombreuses formes intermédiaires.

» Parmi les Rubiacées, les Caféiers méritent d'attirer l'attention, car dans la forme de leurs acarodomaties réside peut-être un caractère distinctif capable de différencier certains groupes de formes de ce genre si polymorphe. En effet, chez le *Coffea liberica* type, les acarodomaties appartiennent au groupe « fossettes »; elles sont totalement glabres ou munies seulement de quelques poils au bord de l'ouverture circulaire par laquelle ces fossettes s'ouvrent vers l'extérieur; elles sont logées dans le tissu de la nervure latérale, près de la base et s'ouvrent dans la nervure même. Chez le *C. arabica,* les acarodomaties du type « fossettes » sont logées dans le tissu de la lame foliaire, elles s'ouvrent en dehors de la nervure, mais toujours assez près du sommet de l'angle formé par la naissance de la nervure latérale. Chez le *C. congensis* var. *Froehneri* Pierre, au contraire, l'acarodomatie appartient au groupe » touffe de poils » et est située à l'aisselle des nervures; vers la base de la feuille, cette forme d'acarodomatie passe graduellement l'acarodomatie en « pochette », une sorte de membrane reliant la nervure principale à la nervure secondaire, et l'ouverture du réduit ainsi formé est garantie par une bordure de poils.

» Quant au *C. congensis* type, il présente des fossettes très accusées logées dans le tissu de la feuille, tout contre les nervures; ces fossettes sont très velues.

» La plupart des formes du *C. canephora* se rapprochent du type *liberica,* mais on observe chez plusieurs d'entre elles des transitions entre la fossette bien délimitée, à ouverture relativement réduite, et la poche largement ouverte; dans certains cas, l'ouverture de la fossette devient vaguement triangulaire; elle est terminée dans sa partie antérieure par un rebord peu saillant encore en rapport direct avec la nervure centrale et la nervure latérale.

» Dans le genre *Coffea,* on observe donc les trois premiers types d'acarodomaties;

touffes de poils et pochettes n'étant, à notre avis, qu'une légère modification d'un seul et même type.

» Les variations si considérables dans la forme des acarodomaties des Caféiers ne seraient-elles pas dues à l'hybridité? Les divers *Coffea* que l'on trouve actuellement à l'état indigène en Afrique tropicale nous paraissent devoir être considérés comme des hybrides naturels provenant, soit de pieds vraiment indigènes, soit de pieds introduits dans la culture il y a de nombreuses années et retournés à l'état indigène.

» Un fait qui tend à faire admettre cette opinion est celui que l'on remarque dans les semis de graines provenant de Caféiers de l'Afrique tropicale. Les plants issus de ces graines diffèrent parfois tellement d'aspect que l'on serait porté à croire à un mélange de graines. Il y aurait lieu de vérifier, dans de telles plantules, comment se comportent les acarodomaties, afin de connaître si les caractères tirés de ces organes sont stables ou s'ils varient.

» Nous sommes d'autant plus amené à considérer ces divers Caféiers comme des hybrides que, chez les *Funtumia,* dont l'acarophytisme a été mis en lumière par M. le D[r] Stapf, les acarodomaties varient tout autant. En effet, d'après M. le D[r] Stapf, les acarodomaties du *Funtumia elastica,* non signalé dans la liste de MM. Penzig et Chiabrera, sont des fossettes localisées dans le limbe de la feuille, dans l'axe de l'angle formé par la nervure médiane et les nervures latérales; elles s'ouvrent par une fente longitudinale assez étendue et sont munies de poils épars sur les bords de cette fente. Chez le *Funtumia africana,* par contre, l'acarodomatie est du premier type, constituée simplement par des poils plus ou moins nombreux situés à l'aisselle des nervures. Entre ces deux formes extrêmes, à coup sûr très tranchées, il existe des intermédiaires. Ces intermédiaires appartiennent à des plantes qui, formes de passage au point de vue de leur caractère botanique, sont, au point de vue du rendement et de la valeur du produit, inférieures au typique *Funtumia elastica,* supérieures au typique *Funtumia africana.* Leurs acarodomaties sont toujours en fossettes, mais fossettes à ouverture très élargie, occupant parfois toute la largeur de l'angle formé par les nervures et à bord supérieur parfois presque nul. Au point de vue de l'aspect, elles sont donc plus ou moins comparables à celles de certains Caféiers, bien que chez les *Funtumia* les acarodomaties soient toujours logées dans le tissu du limbe foliaire.

» Cette question a une grande importance au point de vue économique. Il y a, nous semble-t-il, lieu de supprimer dans les plantations toutes les formes intermédiaires, en même temps que les mauvaises espèces, car les graines obtenues de ces hybrides pourront avoir ultérieurement une influence néfaste sur le rendement des plantations effectuées à grands frais dans les colonies tropicales.

» Sans nous appesantir sur l'acarophytisme des plantes africaines, nous citerons ici trois espèces qui manquent à la liste de MM. Penzig et Chia-

brera, que nous aurons l'occasion de compléter prochainement, ce sont : *Malouetia Heudelotii* Baill., *Tricalysia petiolata* De Wild., *Psychotria Gilletii* De Wild. »

MINÉRALOGIE. — *Sur le sulfate de baryte de la Lozère.* Note de M. **Guédras.**

« Les différents gîtes français de sulfate de baryte sont entièrement constitués par de la barytine que l'on trouve sous ses différents modes de cristallisation.

» Les cristaux de baryte les plus nets que l'on trouve dans la Lozère, que j'explore depuis un an au point de vue minéralogique, se trouvent aux Rochettes Inférieures, près d'Altier (arrondissement de Mende). La barytine, à cet endroit, est très riche en cuivre (l'analyse ayant indiqué jusqu'à 10 pour 100 de cuivre) et renferme une forte proportion d'étain. Ce filon a une faible puissance, 4^{cm} à 5^{cm} et une orientation SE-NO; il est semblable à celui décrit précédemment et situé à Barjac.

» La commune de Villefort renferme un filon de baryte chargé en galène, cette barytine affecte la forme crétacée (barytine crétacée), son orientation est 6° NE et son pendage de 70°. Dans la direction SO, elle est peu riche en galène et affecte là une forme bien définie, le clivage p et m est parfait et a un éclat vitreux nacré, alors que les autres barytes de ce département n'ont pas cet aspect nacré qui, au point de vue industriel, lui donne une valeur incontestable.

» Dans la région d'Altier et celle de Villefort, la roche encaissante est formée par des schistes séricíteux tachés de malachite au contact du gîte barytique. »

GÉOGRAPHIE PHYSIQUE. — *Sur la plate-forme des hauts sommets des Alpes de Transylvanie.* Note de M. **E. de Martonne**, présentée par M. de Lapparent.

« La région connue sous le nom d'*Alpes de Transylvanie* est la partie la plus élevée comme altitude moyenne de toute la chaîne carpathique. Elle compte de nombreux sommets dépassant 2400^{m}, et de brusques dénivellations y abaissent souvent le sol de 1000^{m} sur un espace de quelques kilomètres. Néanmoins, les sommets n'y présentent pas d'habitude les formes

caractéristiques de la haute montagne; ce sont généralement de larges croupes herbeuses, et les contrastes de relief sont limités aux cirques glaciaires.

» Une bonne partie du Paringu forme ainsi une sorte de plate-forme ondulée voisine de 2000^m. Plus à l'ouest, la plate-forme devient plus nette. Dans le Boresco, le sol, sur plusieurs kilomètres carrés, ondule entre 2050^m et 2150^m. Ce plateau se suit dans le Retyezat méridional, le Tarco et le massif du Godeanu, entaillé de plus de 1000^m par quelques vallées étroites. En m'aidant de nombreuses photographies et dessins panoramiques à la chambre claire, j'ai pu le retrouver dans les monts du Vulcan, dans les monts d'Hermannstadt, enfin dans les monts de Fogarash eux-mêmes entre la crête principale et la chaîne du Cozia.

» Cette plate-forme, non encore reconnue, est évidemment un trait fondamental de la structure des Carpathes méridionales; je propose de lui donner le nom de *Plate-forme des hauts sommets* ou *Plate-forme Boresco* (du nom du massif où elle est le mieux marquée). Je viens de vérifier qu'elle n'est nullement en rapport avec la nature des roches. Elle s'étend sur le granite comme sur toutes les variétés de schistes cristallins. Elle nivelle dans le Tarco des conglomérats paléozoïques, des grès et schistes liasiques, et des calcschistes jurassiques, le tout vigoureusement plissé. Elle s'étend même sur les calcaires crétacés du Stenuletye.

» Il est évident qu'elle représente une surface d'abrasion. Son irrégularité ne semble pas s'accorder avec l'hypothèse d'un nivellement par l'érosion marine. Aucun dépôt transgressif n'apparaît d'ailleurs à sa surface. Elle est dominée parfois par des reliefs plus élevés, généralement de forme déchiquetée (crête principale des Fogarash, du Retyezat). On doit la considérer comme une ancienne pénéplaine ou, plus exactement, comme une surface d'érosion continentale ayant dépassé la maturité. Son origine serait donc la même que celle du plateau de Mehedinti (*Comptes rendus*, 25 avril 1904) et l'histoire des Alpes de Transylvanie serait comme l'amplification de celle de cette petite région.

» Il est important de remarquer que la *plate-forme Boresco* a son principal développement à l'ouest et ne s'étend pas au delà du Bucegiu. A l'est commence une région d'histoire différente. C'est la véritable région carpathique, formée de flysch et dont le relief est dû à des plissements datant du Miocène (principalement sarmatique). Les Alpes de Transylvanie sont au contraire un massif cristallin ancien avec lambeaux secondaires qui, d'après les travaux de MM. Inkey, Schafarzik et Mrazec, a subi deux périodes de plissement à la fin du primaire et à la fin du secondaire.

» On peut donc localiser la période d'érosion qui a amené la formation de *la plate-forme Boresco* dans les temps paléogènes et le commencement du néogène. Le déman-

tèlement de la chaîne élevée explique d'ailleurs l'abondance des sédiments détritiques du flysch carpathique. A la fin du Miocène, toute trace de l'ancienne tectonique avait disparu, sauf dans l'orientation des vallées et de quelques saillies dues à des matériaux plus résistants. Le soulèvement décelé par le plateau de Mehedinti, et survenu lors du Sarmatien, se fit sentir dans tout l'ensemble des Alpes de Transylvanie. C'était sans doute le contre-coup du plissement de la région du flysch. Ce mouvement n'eut pas lieu sans gauchissement de la plate-forme, très inclinée dans les monts du Vulcan et les Fogarash, brisée même en certains points. Le creusement en gorge des vallées principales fut la conséquence de cette surrection du massif ancien.

» La conservation si parfaite de la *plate-forme Boresco*, en certains points, peut faire douter que le soulèvement sarmatien l'ait déjà portée à son altitude actuelle. En outre, on observe dans certaines vallées (monts du Vulcan) et dans les bassins sédimentaires récents situés à l'intérieur du massif ancien (bassin de Brezoiu), une plate-forme inférieure qu'on pourrait appeler *plate-forme des Vallées*. Ainsi, dans l'axe de certaines vallées, particulièrement dans les régions de couches détritiques peu résistantes, le cycle d'érosion post-sarmatien avait pu élargir les dépressions et niveler une partie du relief. Cette plate-forme étant portée à 700^m et 800^m, il faut admettre qu'un nouveau mouvement du sol a suivi, probablement, comme pour le plateau de Mehedinti, à la fin du Pliocène.

» L'exhaussement total de la *plate-forme des hauts sommets*, accompli ainsi par saccades, aurait été de 1900^m à 2000^m. Le contre-coup de ce soulèvement s'est traduit par l'affaissement de deux compartiments voisins de l'écorce terrestre, la plaine hongroise et la plaine valaque.

» La glaciation des Carpathes méridionales est due en partie au soulèvement pliocène. Les petits glaciers du cirque se sont nichés dans les entonnoirs d'érosion des torrents. Ils ont été nourris par les champs de neige qui s'étalaient sur la *plate-forme des hauts sommets*.

» Mais les cirques ne sont pas toujours entaillés dans la plate-forme. Quand celle-ci est dominée par une saillie importante, c'est de ces hauteurs que descendaient les glaciers, et c'est alors qu'on trouve ces crêtes déchiquetées, rongées des deux côtés par les cirques glaciaires (Fogarash, Retyezat).

» On peut classer tous les massifs des Hautes-Carpathes en les rapportant à ces deux types : le *type Boresco*, où la plate-forme des hauts sommets forme les points les plus élevés, éventrée par les cirques comme par de gigantesques carrières; le *type Fogarash*, où la plate-forme des hauts sommets est dominée par une crête, ancien *monadnock* du cycle d'érosion paléogène, déchiquetée par les cirques glaciaires qui lui ont donné une apparence vraiment alpine. »

GÉOLOGIE. — *Sur les conditions générales de la sismicité des pays barbaresques.* Note de M. F. DE MONTESSUS DE BALLORE, présentée par M. de Lapparent.

« Les pays barbaresques présentent un type classique de régions sismiquement instables.

» Quoique des observations systématiques fassent encore défaut en Algérie, les documents sont assez nombreux pour qu'on puisse, dès maintenant, se faire une idée très satisfaisante de la répartition de l'instabilité à sa surface.

» A peu de distance de la côte du nord-ouest de l'Afrique court parallèlement à elle l'isobathe de 4000^m, vraisemblablement ligne de fracture le long de laquelle s'est effondré le bassin méditerranéen occidental et en arrière de laquelle a surgi, récemment aussi, l'Atlas tellien. Cette ride plissée et disloquée de haut relief, secondaire et tertiaire, est précédée par deux traînées parallèles, l'une de pointements éruptifs d'âges divers, dont plusieurs très modernes, l'autre de lambeaux archéens et primaires, ruines d'une ancienne chaîne démantelée. Or l'observation montre que la présence simultanée de tels éléments, ainsi disposés, amène presque toujours l'instabilité sismique. On va maintenant donner quelques détails succincts.

» Il est très remarquable que la vallée de la Moulouya, probablement très stable, et la côte nord de la Tunisie, elle certainement très stable, encadrent précisément et l'Algérie fort instable et en même temps l'isobathe de 4000^m, qui se retourne vers le nord aux deux extrémités de la colonie.

» Quelques séismes algériens graves et à aire étendue ont manifestement eu leurs épicentres en mer, tels ceux du 21 août 1856 et du 2 janvier 1887. On ne saurait être aussi affirmatif pour ceux fréquents de moindre importance, observés dans les ports de ce pays. L'idée que de Bône à Melilla, c'est-à-dire en correspondance exacte avec l'isobathe de 4000^m, ils pourraient résulter d'un reste de mobilité de la fracture immergée, est décidément à rejeter, car les secousses sous-marines sont à peu près inconnues dans ce bassin méditerranéen. Le cas de la côte ouest du Japon le long de la fosse du Tuscarora ne se présente donc pas ici. Du reste les autres fractures, limitant le bassin à l'est et à l'ouest, sont aussi fort stables, puisque les séismes sont à peu près inconnus en Sardaigne et aux Baléares où les dispositions géophysiques restent presque semblables. On ne saurait non plus tirer argument des vagues sismiques qui ont plusieurs fois désolé la côte jusqu'au détroit de Gibraltar; elles sont dues aux séismes andalous. Si, d'ailleurs, l'effondrement du compartiment méditerranéen résulte d'une poussée dans le sens des méridiens, concomitante des mouvements alpins de la fin du tertiaire, il est explicable que les zones relevées en même temps ne soient sismiquement mobiles que dans le sens perpendiculaire à l'effort, Provence et Ligurie d'une part, Algérie d'autre part (à l'exclusion des zones latérales : Baléares et Sardaigne,

et de son fond). Quoi qu'il en soit, il faut chercher les causes d'instabilité du littoral algérien dans les dislocations locales dues à la surrection de l'Atlas tellien, en particulier dans les lobes semi-circulaires taillés comme à l'emporte-pièce dans la côte, le plus souvent en terrains anciens, observation dès longtemps appliquée par Suess à beaucoup de littoraux instables.

» On peut distinguer en Algérie plusieurs districts sismiques parfaitement indépendants. Celui d'Oran, peut-être le plus nettement différencié de ses voisins, n'empiète pas sur la région volcanique de la basse Tafna. La vallée du Chéliff est un obstacle presque infranchissable à la propagation des secousses de l'est et de l'ouest de la colonie. Le point le plus instable de l'Atlas tellien est certainement le bord sud de la Mitidja. On serait tenté d'en rendre responsables les efforts tectoniques qui ont donné lieu aux faits assez récents de recouvrement et de plis couchés signalés dans ces parages et dus à une poussée méridienne.

» Le massif ancien de la Kabylie se conforme à la règle générale des districts très disloqués : épicentres nombreux, séismes plus fréquents que graves.

» Le flanc sud de l'Atlas tellien est, à l'est de Chéliff, aussi instable que le flanc nord. Les bords des bassins lacustres pliocènes et miocènes (Sétif, Bordj-bou-Arréridj, Mansourah) sont particulièrement exposés.

» La région de l'Alfa entre les deux Atlas est très stable, sauf à l'est où la dépression du Hodna est un centre sismique d'importance : M'Silah. Il y a là une suite de hautes plaines très anciennement plissées où aucune dislocation récente n'affecte les larges rides des terrains secondaires.

» L'Atlas saharien est très stable à l'ouest jusqu'à Bou-Saada, où commence la région sismique assez remarquable de l'Aurès et du Nemencha. Lambessa a subi au moins un désastre dans l'antiquité.

» Les plissements algériens N 58° E sont manifestement éteints, sismiquement parlant, puisqu'ils affectent indifféremment des régions stables et instables, tandis qu'il n'en est peut-être pas de même pour les systèmes N 103° E et W-E, limités respectivement à des territoires instables, Kabylie et Hodna d'une part, Atlas tellien à l'est du Chéliff d'autre part.

» En résumé, un rôle sismogénique semble dévolu en Algérie, non à l'effondrement méditerranéen et à la fracture correspondante, mais bien aux dislocations résultant de la surrection de l'Atlas tellien, peut-être même aussi à quelques-uns de ses plissements.

» Reste à donner quelques explications succinctes sur les autres pays barbaresques.

» La Tripolitaine est absolument stable, comme la Cyrénaïque et le Sahara. On connaît quelques séismes sporadiques à Ghadamès et à Mourzouk.

» La Tunisie possède un centre d'ébranlement de Gabès à Tozeur, c'est-à-dire le long de la ligne des chotts. Celui de Sfax, Mahdia et El Djem est peut-être en relation avec les efforts tectoniques qui ont immergé là un lehm d'origine terrestre. Il est vraisemblable que le foyer sismique de Tunis et de ses environs, sérieusement éprouvé

à Utique dans l'antiquité, est en relation avec le système des failles du Zaghouan. La stabilité relative de la Régence par rapport à l'Algérie correspond à la disparition des grands fonds et du haut relief.

» Du Maroc on ne sait presque rien. On doit soupçonner une région sismique très importante autour de Fez et Mequinez, plaine du Sébou, souvent très éprouvée. On ne peut s'empêcher de rappeler qu'il s'agit là de la voie suivie par la mer miocène pour pénétrer dans l'Oranie, symétriquement au golfe du Guadalquivir, très instable lui aussi. Les colonnes d'Hercule ne sont pas très stables de part et d'autre, à Tanger et à Ceuta, comme à Gibraltar.

» Il est très important de signaler que les emplacements de la plupart des villes d'Algérie sont généralement aussi mal choisis que possible quant à la propagation des vibrations sismiques, et, de ce fait, les dommages en sont très notablement aggravés. »

GÉOLOGIE. — *Sur une éruption volcanique qui a eu lieu en Arabie, près de la ville de Médine, le* 30 *juin* 1256. Note de M. **Houdas**.

« Cette éruption est signalée dans le Manuscrit arabe n° 5852 de la Collection Schefer dans les termes suivants (¹) :

» *Première lettre*. — Le mardi soir, 27 juin, on a entendu à Médine un bruit sourd suivi bientôt d'un violent tremblement de terre. D'autres secousses sismiques se sont ensuite fait sentir à diverses reprises, ébranlant fortement les murs, les plafonds et les portes; elles ont duré jusqu'au vendredi 30 juin. Ce jour-là, on a vu un feu immense jaillir de la Harra, au voisinage de la tribu des Benou-Goraïzha. De l'intérieur des maisons de Médine, on a vu nettement trois foyers distincts d'où s'échappaient des flammes. Des torrents de feu se sont mis ensuite à découler de cet endroit, envahissant le lit de l'oued Cheta et se répandant avec la rapidité de l'eau.

» Nous sortîmes tous pour contempler ce spectacle et nous vîmes une montagne de feu qui s'étalait en travers de la Harra, dans la direction du chemin des pèlerins de l'Irâq. Le foyer arrivait jusqu'à la Harra elle-même, mais il s'arrêtait là et s'étendait du côté de l'Orient. Des flots de lave sortaient du volcan et rongeaient les rochers sur leur passage.

» La lettre se terminait ainsi : « Je vous écris ceci le 29 juillet. Le feu ne cesse » d'augmenter et aujourd'hui il atteint la Harra des Benou-Goraïzha, à l'endroit où » passe le chemin des pèlerins de l'Irâq. L'apparence générale est celle d'une montagne » de feu rouge et le point d'où sort la lave est chez les Benou-Goraïzha. On ne sait » comment cela finira et le spectacle est indescriptible ».

» *Deuxième lettre*. — Le premier vendredi du mois de djomada II de l'année 654 (30 juin 1256), on a vu à l'est de Médine un feu immense situé à une demi-journée de

(¹) Lettres envoyées de Médine à Damas : Extrait d'une Chronique de Abou-Châma, intitulée *Ed-dzeil*.

marche de cette ville. Après s'être entr'ouverte, la terre a laissé échapper des flots de lave qui arrivent jusqu'en face le mont Ohod. Un instant le feu s'est arrêté, puis il a repris de nouveau toute son intensité. Nous ne savons comment tout cela se terminera. Les habitants font des prières à Dieu et au Prophète croyant bien que c'est un des signes précurseurs du jour du Jugement dernier.

» *Troisième lettre.* — Le lundi, 1er du mois de djomada II de l'année 654 (26 juin 1256), on a entendu un bruit semblable à un lointain grondement du tonnerre, et ce bruit s'est reproduit à diverses reprises pendant 2 jours. Le mardi, dans la nuit, des secousses sismiques ont suivi ces bruits. Le même phénomène s'est reproduit durant 3 jours et l'on a compté jusqu'à 14 secousses en 24 heures.

» Le vendredi, on a vu sortir de la Harra un feu immense aussi grand en apparence que la mosquée du Prophète à Médine. De la ville on le distinguait très nettement et, de son sein, on voyait jaillir des étincelles, grosses comme des châteaux, suivant l'expression employée par le Coran (S. LXXVII, v. 32). Le foyer se trouvait à l'endroit appelé *Adjlên.*

» Un torrent de lave se mit à couler, long de 4 parasanges, large de 4 milles et profond d'une brasse et demie (environ $2^m,70$). En roulant sur le sol, la masse présentait au milieu de sa surface plane des boursouflures produites par des roches en fusion et avait l'apparence de l'étain. Selon les uns, en se refroidissant, cette matière avait une couleur noire; suivant d'autres, elle était de couleur rouge....

» *Quatrième lettre.* — (Elle a été écrite par le cadi de Médine, Chems-ed-din Sinan bei Abdelouahhâh bei Ghîla El Hosaïni.)

» Le mardi soir, 2 du mois de djomada II (27 juin 1256), pendant le dernier tiers de la nuit, il y eut une violente secousse de tremblement de terre. Cette première secousse fut suivie de beaucoup d'autres qui se reproduisirent une dizaine de fois par 24 heures. La chaire de la mosquée du Prophète fut ébranlée et fit entendre un craquement, et les lustres furent vivement secoués. La violence des commotions alla en croissant jusque dans la matinée du vendredi et chacune d'elles était accompagnée d'un bruit semblable à celui d'un violent coup de tonnerre.

» Le vendredi, sur le chemin de la Harra, au sommet du mont Adjlên, on aperçut le soir un feu qui paraissait aussi grand que la ville de Médine. Effrayé, je me rendis chez l'émir et lui dis que le jour du Jugement dernier allait venir, qu'il fallait revenir à Dieu. Aussitôt il affranchit ses esclaves et rendit à chacun les biens qui lui appartenaient. Cela fait, nous partîmes ensemble pour le tombeau du Prophète et, arrivés là, nous nous mîmes à prier toute la nuit, entourés de tous les fidèles, y compris les femmes et les enfants.

» De la Mecque et de nombreux points du désert ce feu était visible. Un flot de laves commença bientôt à couler dans la vallée d'Adjlên; il traversa le chemin des pèlerins et, poursuivant sa marche, il franchit l'Oued Cheta dont le lit desséché a trois brasses et un tiers de profondeur (environ $6^m,25$). Toute la ville était dans la consternation, car on craignait que la lave, qui avait déjà barré le chemin des pèlerins, n'arrivât jusqu'à Médine.

» Fort heureusement, le torrent s'arrêta; mais le volcan est encore maintenant en activité; il lance des blocs incandescents de la grosseur d'un chameau et fait un tel bruit qu'il est impossible de dormir. Personne ne mange plus, ni ne boit plus. Impossible de décrire ce spectacle ni de dire la terreur qu'il inspire. Le feu se voit de la ville

de Yanbo. Depuis que le phénomène a commencé, la clarté du Soleil et celle de la Lune sont très obscurcies.

» *Cinquième lettre.* — On nous a appris qu'il y avait eu de grandes inondations à Bagdad. Nous aussi nous avons été éprouvés par un cruel événement. Mardi soir, 2 de djomada II (27 juin 1256), et même la veille, on avait entendu de temps à autre un bruit semblable au roulement du tonnerre, bien qu'aucun nuage ne se montrât dans le ciel. Bientôt ces bruits prirent plus d'intensité et la terre fut ébranlée. Chaque secousse était précédée d'un grondement pareil à celui du tonnerre.

» Aussitôt les habitants effrayés se réfugièrent dans la mosquée et s'y mirent en prières. L'agitation du sol persista jusqu'au matin et continua durant les journées et les nuits du mercredi et du jeudi. Le vendredi matin une violente secousse ébranla les piliers de la mosquée et le plafond fit entendre un fort craquement. Un peu avant midi les secousses cessèrent et l'on vit dans le Harra, derrière les Benou-Goraïzha, sur le chemin des pèlerins de l'Irâg, à une demi-journée de marche de Médine, un feu qui jaillit du sol, ce qui effraya vivement la population de la ville.

» Peu après un grand panache de fumée s'éleva dans le ciel et forma un immense nuage blanc qui demeura en place jusqu'au coucher du Soleil. La nuit venue, des langues de feu, couleur de sang, s'élevèrent dans les airs. Hommes, femmes, enfants, tout le monde se précipita alors vers la mosquée. Une grande lumière rouge envahit le ciel et produisit une clarté aussi grande que celle de la Lune.

» Cette couleur rouge du ciel fit croire à tous que le moment du Jugement dernier allait arriver. Les muftis et les cadis se rendirent auprès de l'émir et celui-ci abolit toutes les taxes, affranchit tous ses esclaves blancs et noirs et restitua à chacun ce qui lui appartenait.

» Le volcan lançait sans cesse des flammes; il formait une grande montagne d'une largeur égale à celle de la ville de Médine. Il en sortait des pierres qui, après s'être élevées dans les airs, retombaient sur le sol. De temps à autre de grandes masses de feu sortaient en produisant un bruit violent. Quelques jours après le début de l'éruption, un torrent de laves se mit à couler dans la vallée d'Adjlên; il descendit ensuite dans la vallée de l'Oued Cheta et vint aboutir tout près de la Harra des Benou-Goraïzha. Puis, après une accalmie, le volcan lança de nouveau des roches en avant et en arrière et forma ainsi deux montagnes.

» Aujourd'hui encore le feu est toujours très violent et l'on entend sans cesse de sourds grondements. Il m'est impossible de décrire ce spectacle d'une manière complète. La clarté de la Lune et celle du Soleil sont obscurcies. Voici un mois que cela dure. »

PALÉONTOLOGIE VÉGÉTALE. — *Sur la flore fossile des régions antarctiques.* Note de M. **A.-G. Nathorst**, présentée par M. Zeiller.

« L'un des résultats les plus importants, au point de vue géologique, de l'expédition antarctique suédoise dirigée par M. O. Nordenskjöld est cer-

tainement la découverte, dans ces régions, de plantes fossiles jurassiques et tertiaires.

» A la mention de ces découvertes il faut ajouter celle de la récolte, faite par M. J.-G. Andersson aux îles Malouines, de quelques plantes fossiles assez fragmentaires, il est vrai, mais parmi lesquelles on peut reconnaître des restes assez nets d'un *Asterocalamites*, paraissant indiquer l'existence dans ces îles de dépôts appartenant au Dévonien supérieur ou au Culm.

» La plus intéressante de ces flores fossiles est la flore *jurassique* découverte par M. J.-G. Andersson à la baie de l'Espérance (*Hoppets vik*) sur la Terre Louis-Philippe, par 63°15′ latitude sud et 57° longitude ouest de Greenwich. Les plantes fossiles s'y rencontrent dans un schiste noir qui, faisant partie d'une ancienne chaîne de montagnes, a été légèrement comprimé et dont la puissance, d'après M. Andersson, s'élève à environ 600^m. Au Mont Flora, où les empreintes ont été recueillies, les couches forment un pli synclinal faiblement accentué.

» La flore fossile extraite de ce gisement par M. Andersson, dans des conditions particulièrement difficiles et dangereuses, est très riche en espèces et les feuilles sont bien conservées quant à leur forme extérieure, tandis que la nervation, par suite de la pression, est parfois oblitérée. Un examen préliminaire de cette riche collection a donné les résultats suivants, qui me semblent assez importants pour mériter d'être communiqués à l'Académie, la description définitive n'en pouvant être publiée que dans un assez long délai.

» Les *Equisétinées* sont représentées par une espèce assez voisine de l'*Equisetum* (*Equisetites*) *columnare* Brongn.; on en a même trouvé des disques diaphragmatiques.

» Les *Hydroptérides* sont représentées par un *Sagenopteris* allié de près ou peut-être même identique au *S. Phillipsi* Brongn.

» Les *Fougères* sont abondantes et appartiennent à une multitude de genres : les *Cladophlebis* du type *C. denticulata-nebbensis-whitbyensis* sont représentés par plusieurs espèces assez difficiles à déterminer; le *Cladophlebis* (*Dicksonia*) *lobifolia* Phill. (sp.) paraît s'y rencontrer également; *Todites Williamsoni* Brongn. (sp.) s'y trouve avec des feuilles stériles et fertiles. Le genre *Scleropteris* compte des représentants assez nombreux, et *Stachypteris* semble aussi être représenté. Parmi les autres Fougères il faut mentionner *Thinnfeldia indica* Feistm. (*salicifolia* Oldh. sp.) et un *Pachypteris*. Les Sphénoptéridées, appartenant aux types des *Sph. hymenophylloides* et *Sph. Williamsonis*, ne manquent pas non plus, et parmi les Fougères de ce groupe il faut signaler particulièrement une espèce, assez rare, il est vrai, dont les feuilles très minces rappellent vivement celles du *Trichomanes speciosum* Willd. de la flore actuelle. En outre de ces formes il s'en trouve encore plusieurs autres, mais celles qui viennent d'être citées sont les plus importantes.

» Parmi les *Cycadophytes*, le genre *Otozamites* est représenté par plusieurs espèces dont les feuilles sont ordinairement assez petites, comme chez la plupart de leurs congénères de la flore du Gondwana supérieur de l'Inde (Jabalpur, Kach). Le *Williamsonia pecten* Phill. (sp.) se rencontre également, et il y a en outre un petit fruit dont les dimensions sont les mêmes que chez *W. Forchhammeri* Nath. de Bornholm [1]. On remarque aussi de grandes frondes qui semblent se rattacher à *Nilssonia tenuinervis* Nath., type difficile à distinguer pourtant de certaines espèces d'*Oleandridium* lorsque la nervation n'est pas suffisamment nette. Notons aussi la présence d'un magnifique *Pterophyllum* du même type que le *Pt. Morrisianum* Oldh. de l'Inde, ainsi que quelques fragments indiquant encore une ou deux espèces du même genre.

» Parmi les restes de *Conifères* les plus intéressants sont des écailles de cônes isolées d'*Araucarites cutchensis* Feistm., appartenant ainsi à un autre type que les *Araucaria* de la flore sud-américaine actuelle. Des rameaux feuillés de Conifères, appartenant à différents types, sont assez communs : il y a lieu d'en mentionner avec des feuilles distiques rappelant le « *Taxites* » *tenerrimus* Feistm. et le « *Cheirolepis* » *gracilis* du même auteur, tandis que d'autres se rapprochent du *Brachyphyllum mamillare* Feistm. (*non* Lindley); enfin on observe encore d'autres types rappelant les *Palissya* et les *Elatides*.

» Dans son ensemble, cette flore jurassique de la Terre Louis-Philippe se rattache d'un côté à la flore jurassique de l'Europe et de l'autre à la flore du Gondwana supérieur de l'Inde (Jabalpur, Kach). Au point de vue climatologique on ne peut constater aucune différence avec l'une ou l'autre d'entre elles, et à cet égard la collection de la Terre Louis-Philippe pourrait tout aussi bien avoir été recueillie sur la côte du Yorkshire, car l'absence des *Otozamites* de grande taille peut être regardée comme accidentelle. Par sa richesse en espèces la flore de la baie de l'Espérance surpasse de beaucoup toutes les flores jurassiques jusqu'ici connues de l'Amérique du Sud.

» Les plantes fossiles *tertiaires* ont été trouvées à l'île Seymour par environ 64°15′ lat. sud. M. le Capitaine C.-A. Larsen y avait déjà, en 1893, recueilli des échantillons de bois fossile, que les géologues anglais avaient reconnu pour un bois de Conifère ; mais dans les collections données par M. Larsen au musée de Stockholm j'avais en outre pu constater la présence d'une Angiosperme. De cette même localité MM. O. Nordenskjöld

(1) Je profite de l'occasion pour dire que je suis maintenant d'accord avec M. Lignier pour reconnaître, dans les inflorescences de *W. angustifolia* décrites par moi comme fleurs mâles, des restes de fleurs femelles.

et J.-G. Andersson ont aussi rapporté des empreintes de feuilles : ces empreintes se trouvent dans un tuf volcanique marin et sont malheureusement assez fragmentaires, et ordinairement mal conservées.

» Les *Fougères* y sont assez communes et appartiennent à plusieurs espèces différentes, mais les débris sont de petites dimensions et difficiles à déterminer. Une *Conifère* à feuilles distiques rappelle assez, à première vue, l'aspect d'un *Sequoia*, mais un examen attentif semble indiquer qu'il s'agit d'un autre genre. Une seule feuille isolée semble appartenir à un *Araucaria*, assez voisin de *l'Ar. brasiliensis*. Les feuilles de *Dicotylédones* sont généralement petites et présentent le même faciès que celles de certaines flores tertiaires de l'Europe méridionale. Comme fait intéressant il y a lieu de signaler quelques feuilles de *Fagus;* ce genre a donc existé dans l'Amérique du Sud, ou les régions antarctiques avoisinantes, depuis le commencement de la période tertiaire, MM. Sharman et Newton ayant exprimé l'opinion que les dépôts en question, d'après les coquilles fossiles qu'ils renferment, appartiennent au Tertiaire inférieur.

» Le fait que les plantes fossiles de cette localité ont été trouvées dans un dépôt marin interdit d'en tirer des conclusions quant au climat qui régnait alors dans la région en question, car les dragages de M. Agassiz ont prouvé qu'une quantité de feuilles, de bois et de fruits peuvent se trouver au fond de la mer même à une distance de plus de 1 000^{km} de la terre la plus prochaine. Il est donc fort possible que les plantes fossiles de l'île Seymour y aient été amenées de très loin. »

HISTOLOGIE. — *Sur les formations ergastoplasmiques des cellules néphridiales de sangsue* (Hirudo medicinalis). Note de M. **Louis Fage**, présentée par M. Edmond Perrier.

« Le protoplasme des cellules glandulaires des néphridies de sangsue se laisse facilement décomposer en un spongioplasme nettement réticulé entre les mailles duquel se trouve un hyaloplasme abondant. A la partie périphérique la structure est plus dense, offrant une disposition radiaire caractéristique déjà signalée par Bourne [1] sous le nom de *zone corticale;* Bolsius [2] constate que la zone corticale possède une réfringence particulière probablement due à « une substance brillante qui l'imprègne ».

---

(1) *Quaterly journ. of micr. Sc.*, t. XX, 1880.
(2) *La Cellule*, t. V, 1889.

Graf (¹) considère cette formation comme ayant des caractères spécifiques propres et lui donne un rôle dans le cytoplasme analogue à celui de l'archoplasme des cellules en division.

» Il nous a paru intéressant d'étudier les cellules néphridiales chez des sangsues prises dans des états physiologiques différents, correspondant à une plus ou moins grande activité de la fonction excrétrice.

» 1° Une sangsue, au préalable gorgée de sang, et qui par conséquent se trouvait en pleine digestion, était ouverte sur la ligne médiane dorsale et plongée dans le liquide de Merkel; les néphridies étaient alors isolées pour faciliter la pénétration du fixateur.

» Dans ces conditions, l'examen des coupes, pratiquées dans la portion glandulaire de l'organe, fournit les résultats suivants :

» A la périphérie des cellules la zone corticale est parfaitement développée. Elle est formée de petits bâtonnets très courts, serrés les uns contre les autres et se continuant en filaments sinueux qui disparaissent peu à peu au milieu du réticulum protoplasmique. Bâtonnets et filaments ont une affinité particulière pour les colorants basiques; notamment après la double coloration hématoxyline ferrique-orange, ils se détachent en noir sur un fond jaune représentant le reste du cytoplasme.

» Les noyaux sont volumineux (10^{μ}-13^{μ}), légèrement ovales, le réseau de linine et les karyosomes visibles mais peu apparents. En revanche ils possèdent un nucléole énorme, pouvant atteindre 4^{μ} et 5^{μ}. La pauvreté du noyau en chromatine semble, d'une manière générale, être en relation directe avec l'accroissement du nucléole. Celui-ci se colore nettement en rouge par la fuchsine acide-vert de méthyle; le bleu polychrome de Unna lui donne une teinte métachromatique rouge violacé, l'hématoxyline ferrique le rend noir opaque; nous n'avons pu y déceler aucune structure.

» Il occupe, par rapport au noyau, des positions assez variables; le plus souvent excentrique, nous l'avons vu fréquemment accolé contre la membrane nucléaire, déterminant une hernie de celle-ci; parfois, la membrane paraît se rompre, comme cédant à la pression du nucléole, et se refermer derrière lui (²). Quoi qu'il en soit, nous avons vu le nucléole en dehors du noyau, au sein du cytoplasme.

» Il peut y avoir division du nucléole avant l'expulsion, ce qui explique que l'on puisse trouver des cellules possédant à la fois un nucléole dans le noyau et un autre en dehors de lui.

» 2° Une sangsue, ayant jeûné pendant trois mois environ, était sou-

(¹) *Nova Acta Acad. Leop. Car.*, Bd. LXXII, t. 1899.

(²) Un processus analogue a été signalé par divers auteurs chez d'autres glandes excrétrices, et particulièrement par Vigier pour l'expulsion des pyrénosomes des cellules de la glande digestive de l'écrevisse.

mise à la même technique que la précédente. Bien qu'il y eût encore du sang dans le tube digestif, on peut considérer que la fonction excrétrice de l'animal se trouvait notablement affaiblie, en tout cas bien moins intense qu'après une nourriture abondante.

» Nous voyons alors que les formations basophiles, ci-dessus décrites, sont beaucoup plus rares, le cytoplasme offre un aspect plus homogène. Les noyaux, de même taille, ont un nucléole plus petit ne dépassant pas 2^{μ} à 3^{μ}. Enfin nous n'avons observé ni la division du nucléole, ni son exode dans le cytoplasme.

» De ces faits nous sommes amené à tirer les conclusions suivantes :

» 1° La cellule néphridiale de sangsue, en activité, est le siège de formations ayant tous les caractères de l'ergastoplasme et localisées à la partie basale de la cellule;

» 2° Le noyau paraît jouer un rôle important en rapport avec cet ergastoplasme; le nucléole servant probablement d'intermédiaire entre la chromatine et le cytoplasme, ou du moins entrant en contact direct avec lui. »

PHYSIOLOGIE. — *Rapport entre l'intensité des réflexes et l'organisation nerveuse.* Note de MM. **Ed. Toulouse** et **Cl. Vurpas**, présentée par M. Bouchard.

« Nous désirons exposer dans cette Note quelques conditions générales auxquelles sont soumises diverses modalités des réflexes étudiés comparativement chez le sujet adulte et sain, chez le malade et chez le nouveau-né.

» Nous avons recherché chez le nouveau-né certains réflexes décrits en Pathologie mais non encore étudiés chez lui.

» Nous avons ainsi relevé l'existence du réflexe tendineux du poignet. A peine apparent chez le sujet adulte normal, il est bien manifeste chez le nouveau-né.

» Nous avons étudié le phénomène du jambier antérieur (de Strümpell) et nous l'avons constaté. Lorsque l'on chatouille la paroi abdominale ou la racine de la cuisse d'un nouveau-né, on remarque un mouvement de flexion de la jambe sur la cuisse. Si dans ces conditions on observe la position du pied, on voit qu'il est en adduction, que le bord interne est devenu supérieur, le bord externe inférieur et que la plante du pied regarde en dedans.

» Nous avons encore observé chez le nouveau-né le phénomène de l'abduction des orteils consécutivement à la piqûre ou à l'excitation mécanique de la plante du pied. Ces deux derniers signes sont généralement considérés en Pathologie comme symptomatiques de lésions du faisceau pyramidal.

» L'examen des téguments nous a montré un état de vaso-dilatation généralisée, surtout marqué les premières heures après l'accouchement.

» Il est bon de rapprocher de nos observations le fait observé par Léri (1) de l'existence du réflexe plantaire de Babinski chez le nourrisson.

» En résumé, chez le nouveau-né, les réflexes sont plus intenses que chez l'adulte, et certains mêmes n'existent que chez lui.

» L'examen de certains malades atteints de diverses affections de la moelle et du cerveau, principalement des paralytiques généraux, montre que chez eux on constate dans l'état des réflexes les mêmes caractères que chez le nouveau-né. La réapparition de certains réflexes, surtout les réflexes fonctionnels (2) propres au jeune âge et n'existant plus chez l'adulte, a été notée par nous dans divers cas pathologiques.

» Ainsi en est-il du réflexe buccal, que nous avons trouvé dans plusieurs désordres mentaux (3) (surtout dans l'affaiblissement intellectuel), qui tous pouvaient être légitimement rattachés à des troubles dans le fonctionnement de l'écorce cérébrale. Chez une paralytique générale à la dernière période nous avons même observé que, en introduisant l'extrémité du doigt entre les lèvres, nous déterminions de véritables mouvements de succion, tels qu'on les observe chez le nouveau-né.

» D'autre part, les réflexes examinés chez l'homme adulte normal sont d'autant plus faibles que l'on remonte du membre inférieur à la face, c'est-à-dire, en somme, des muscles et des centres musculaires les plus fonctionnellement simples aux plus complexes.

» Les mouvements du membre inférieur, demandant surtout de la force mais relativement peu d'adresse, les réflexes tendineux persistent à leur niveau; ils ne sont presque plus apparents au membre supérieur, qui exige surtout de la précision et de l'habileté. Les réflexes, qui étaient devenus une gêne réelle pour la fonction, ont disparu.

» Ces réflexes existent au contraire chez le nouveau-né et dans divers états pathologiques, soit que les lésions portent sur le cerveau ou tout le myélencéphale, soit que l'organisme ait été profondément altéré, comme dans les états d'épuisement nerveux. Il semble ainsi que, lorsque le système nerveux est frappé dans son fonctionnement,

(1) Léri, *Le réflexe des orteils chez les enfants* (*Revue neurologique*, 30 juillet 1903, p. 689-692).

(2) Nous appelons *réflexes fonctionnels* ceux qui constituent des actes plus nettement appropriés à un but défini (réflexe buccal).

(3) Toulouse et Vurpas, *Le réflexe buccal* (*Comptes rendus de la Société de Biologie*, 1903, p. 952).

principalement lorsque les lésions portent sur le cortex et troublent son action, on observe une déchéance physiologique qui est une véritable régression vers un stade primitif et un retour à un état plus simple; les réflexes se comportent alors comme chez le nouveau-né.

» Ces quelques données pourraient, croyons-nous, s'exprimer en deux propositions synthétiques, qui seraient deux lois nouvelles des réflexes et expliqueraient l'apparente disparition de certains réflexes chez l'homme au cours de l'évolution biologique. Normalement, ils seraient masqués par l'inhibition exercée sur eux par des centres supérieurs coordinateurs et régulateurs et n'auraient pas l'intensité suffisante pour devenir apparents; mais ils n'en existeraient pas moins à l'état latent et seraient toujours prêts à apparaître lorsque la synthèse est troublée, — ainsi qu'il arrive dans les lésions graves du système nerveux et particulièrement de l'encéphale.

» I. *Loi de l'intensité*. — L'intensité des réflexes est en rapport inverse avec la complexité fonctionnelle du système nerveux.

» II. *Loi de régression*. — Lorsque le système nerveux de l'adulte est gravement altéré dans son fonctionnement et que les lésions touchent l'encéphale, les réflexes tendent à prendre les caractères et les modalités physiologiques de ceux du nouveau-né. »

PHYSIOLOGIE EXPÉRIMENTALE. — *La respiration dans une atmosphère dont l'oxygène est considérablement raréfié n'est accompagnée d'aucune modification des combustions intraorganiques évaluées d'après les échanges respiratoires*. Note de M. **J. Tissot**, présentée par M. Chauveau.

« Les expériences faites par Schumburg, Zuntz et Lœwy au sommet du mont Rose, puis par Schrœtter et Zuntz dans deux ascensions en ballon indiquent une augmentation des combustions intraorganiques aux hautes altitudes. Les recherches que j'ai effectuées en ballon ont démontré que, jusqu'à l'altitude de 4300^m, les combustions respiratoires restent invariables.

» D'autre part, les expériences faites par Lœwy, puis par moi-même, dans les atmosphères décomprimées, c'est-à-dire dans les conditions qui se rapprochent le plus de la vie aux grandes altitudes, ont montré que les combustions intraorganiques ne subissent pas de variation jusqu'à un degré de décompression très considérable.

» Ce travail a pour but, en éliminant l'influence de la dépression barométrique, d'étudier l'action de la diminution de tension de l'oxygène atmosphérique sur l'organisme.

» *Dispositif expérimental.* — Les expériences ont consisté dans la détermination des coefficients respiratoires de l'homme au repos respirant soit de l'air atmosphérique ordinaire, soit de l'air dans lequel la proportion d'oxygène était diminuée.

» Cette diminution a varié entre 20,9 pour 100 (proportion normale) et 9,5 pour 100, c'est-à-dire dans les limites considérables. Cette diminution a été obtenue en mélangeant à de l'air atmosphérique ordinaire une quantité déterminée d'azote. L'azote était d'abord introduit dans un gazomètre; l'on y ajoutait ensuite l'air ordinaire qui y était amené sous un courant violent déterminé par une soufflerie.

» Le mélange était ainsi parfaitement homogène, ce qui du reste a été vérifié par des analyses multiples.

» Le sujet en expérience respirait à l'aide de l'appareil respiratoire à séparation des courants d'air inspiré et expiré déjà décrit ([1]). Cet appareil étant fixé solidement et adapté aux narines du sujet était relié d'une part au gazomètre contenant le mélange gazeux destiné à la respiration, d'autre part à un spiromètre à compensation automatique destiné à recueillir les gaz expirés.

» Les expériences ont été effectuées sur deux sujets différents que j'appellerai sujet n° 1 et sujet n° 2.

» Le sujet n° 1 a 26 ans, une taille de $1^{m},59$ et pèse 56^{kg}. Le sujet n° 2 a 40 ans, une taille de $1^{m},72$ et pèse 94^{kg}. Dans toutes les expériences les deux sujets étaient à jeun. Dans le Tableau qui suit on a pris la moyenne de deux déterminations des coefficients respiratoires faites pendant l'inhalation et de deux autres déterminations effectuées avant et après l'inhalation. On a en outre indiqué, à côté de la composition de chaque mélange gazeux inhalé, l'altitude à laquelle la tension de l'oxygène est la même que dans ce mélange et la pression barométrique correspondant à cette altitude.

» Le Tableau suivant indique les résultats obtenus :

Numéros des expériences.	Nature du gaz inspiré.	Durée de l'inhalation du mélange gazeux.	Débit respiratoire.	Débit respiratoire à 0°-760mm.	Intensité des combustions respiratoires. CO² exhalé.	O² absorbé.	Quotient respiratoire.	Composition du mélange gazeux inhalé (p. 100 p.).		Altitude équivalente.	Pression barométrique équivalente.
				Sujet n° 1.							
1.	Air ordinaire....	min »	6,46	5,878	195,0	219,5	0,888	»	»	m 0	mm 760
	Mélange gazeux.	34	6,36	5,787	203,5	216,7	0,94	12,25	87,75	4283	445
2.	Air ordinaire....	»	6,25	5,687	184,5	220,5	0,837	»	»	0	760
	Mélange gazeux.	32	6,72	6,115	216,0	229,7	0,94	10,95	89,05	5200	398
3.	Air ordinaire....	»	6,27	5,743	189,5	227,0	0,835	»	»	0	760
	Mélange gazeux.	32	6,93	6,347	222,5	224,5	0,991	10,23	89,77	5868	371,6
4.	Air ordinaire....	»	6,06	5,551	181,0	222,0	0,815	»	»	0	760
	Mélange gazeux.	31	7,31	6,641	217,5	235,0	0,926	9,66	90,34	6415	351

([1]) D'ARSONVAL, CHAUVEAU, *Traité de Physique biologique*, etc., t. I, p. 754.

Numéros des expériences.	Nature du gaz inspiré.	Durée de l'inhalation du mélange gazeux.	Débit respiratoire.	Débit respiratoire à 0°-760mm.	Intensité des combustions respiratoires. CO^2 exhalé.	O^2 absorbé.	Quotient respiratoire.	Composition du mélange gazeux inhalé (p. 100 p.)		Altitude équivalente.	Pression barométrique équivalente.
	Sujet n° 2.										
		min								m	mm
5.	Air ordinaire....	»	6,13	5,517	208,5	255,5	0,816	»	»	0	760
	Mélange gazeux.	34	6,41	5,769	216,0	238,5	0,906	16,46	83,54	1900	598
6.	Air ordinaire....	»	6,13	5,571	214,5	259,5	0,827	»	»	0	760
	Mélange gazeux.	32	6,19	5,517	214,5	237,5	0,903	14,14	85,86	3116	514
7.	Air ordinaire....	»	7.26	6,657	259,5	312,5	0,83	»	»	0	760
	Mélange gazeux.	22	10,037	9,204	318,5	334,0	0,954	10,64	89,36	5484	386,8
8.	Air ordinaire....	»	6,84	6,272	245,5	298,5	0,823	»	»	0	760
	Mélange gazeux..	21	10,600	9,72	309,5	311,0	0,995	9,53	90,47	6517	346,5

» Signalons d'abord que les deux sujets n'ont éprouvé qu'une gêne respiratoire insignifiante avec une céphalée frontale à peine perceptible pendant l'inhalation des mélanges gazeux les plus pauvres en oxygène.

» Les conclusions suivantes découlent de ces résultats :

» 1° La ventilation pulmonaire ne commence à subir d'augmentation qu'à partir du moment où la proportion d'oxygène dans l'air inspiré tombe au-dessous de 11 pour 100 (altitude équivalente 5000m).

» 2° *Les combustions intraorganiques, mesurées par la quantité d'oxygène absorbée ne sont pas influencées par des variations considérables dans la proportion d'oxygène de l'air inspiré.* La quantité d'oxygène absorbée n'a subi que des variations insignifiantes dues à l'augmentation de la ventilation pulmonaire, lorsque la proportion d'oxygène de l'air inspiré est tombée à 9,5 pour 100 (altitude équivalente 6500m).

» 3° La quantité d'acide carbonique exhalée reste sensiblement invariable tant que la proportion de l'oxygène de l'air inspiré ne s'abaisse pas jusqu'à 11 pour 100. Si elle s'abaisse au-dessous de ce chiffre, la quantité d'acide carbonique exhalée subit une augmentation notable qui est due à l'accroissement de la ventilation pulmonaire.

» 4° Le quotient respiratoire commence à s'accroître lorsque la proportion d'oxygène s'abaisse au-dessous de 11 pour 100 dans l'air inspiré. Cette augmentation du quotient respiratoire provient de l'accroissement de la ventilation pulmonaire dont l'action s'exerce inégalement sur la quantité d'acide carbonique exhalée et sur la quantité d'oxygène absorbée. Cette action qui est insignifiante sur l'oxygène absorbé est très marquée sur la quantité d'acide carbonique exhalée. »

PHYSIOLOGIE EXPÉRIMENTALE. — *Des injections de phloridzine chez la vache laitière.* Note de M. **Ch. Porcher**, présentée par M. A. Chauveau.

« A notre connaissance, nous ne possédons que deux travaux visant l'étude des conséquences des injections sous-cutanées de phloridzine chez la vache laitière, ceux de Cornevin et de Cremer.

» Cornevin (¹) signale, après les injections de phloridzine, une augmentation notable de la quantité du sucre dans le lait qui « peut dépasser le double de la quantité primitive », mais il ne s'occupe, ni de connaître la nature de cet excès de sucre, ni de rechercher si le sucre urinaire éliminé simultanément est du glucose ou du lactose. Il y avait également de l'intérêt à étudier les variations du sucre du sang.

» Le déterminisme de son expérience est d'ailleurs fort critiquable. Il fallait, comme l'a fait Cremer et comme nous l'avons fait nous-même, recueillir tout le lait sécrété et en doser la lactose avant, pendant et après l'expérience. Cornevin, pour ne pas avoir pris cette précaution indispensable, s'enlevait à lui-même toute base sérieuse d'appréciation de l'influence des injections de phloridzine sur la sécrétion lactée. De plus, il y a lieu de s'étonner avec Cremer du chiffre de 33^g de lactose au litre que Cornevin dit avoir trouvé immédiatement avant l'injection; jamais un chiffre aussi bas n'a été signalé par les nombreux auteurs qui se sont occupés du dosage du lactose dans le lait de vache.

» Cremer, dans son Mémoire (²), apporte des conclusions absolument contraires à celles de Cornevin, mais, pas plus que ce dernier, il n'a fait de recherches concomitantes sur le sucre de l'urine et celui du sang.

» Dans nos expériences, à côté de l'examen minutieux des variations du sucre du lait chez la vache phloridzinée, nous avons en outre tenu à connaître : 1° la nature du sucre urinaire éliminé chez cet animal; 2° les variations du sucre du sang au même moment.

» Nous résumons dans les Tableaux ci-après les résultats obtenus :

» *Première expérience.* — Injection de 5^g de phloridzine dissous dans 25^{cm^3} d'alcool à 90°, le 31 mars à $6^h 30^m$ du matin.

(¹) *Comptes rendus,* t. CXVI, p. 263.

(²) *Zeitschrift für Biologie,* t. XXXVII, 1899, p. 59.

Jour	28 mars.	29 mars.		30 mars.		31 mars.		1er avril.		2 avril.		3 avril.
Moment de la traite	S (6h).	M (6h).	S (6h).	M (6h).	S (6h).	M (6h).	S (6h).	M (6h).	S (6h).	M (6h).	S (6h).	M (6h).
Lait de chaque traite	3400	4920	3450	4800	3625	4675	4360	3675	3730	4275	4000	4350
Lait total	8320		8250		8300		7975		8005		8350	
Lactose au litre	46,57	48,97	46,90	48,97	46,57	48,61	48,22	48,97	49,33	47,57	48,26	48,97
Lactose total	400,26		396,85		395,86		390,20		387,36		401,16	

» Dosage du sucre du sang (jugulaire) :

Avant l'injection............... 0g,40 (glucose) au litre
5 heures après................. 0g,32 »

» *Deuxième expérience.* — Première injection de 20g de phloridzine en solution alcoolique, le 18 avril à 9h du matin; deuxième injection de 20g, le 19 à 9h du matin.

Jour	16 avril.	17 avril.		18 avril.		19 avril.		20 avril.		21 avril.		22 avril.		23 avril.
Moment de la traite	S (6h).	M (6h).	S (6h).	M (6h).	S (6h).	M (6h).	S (6h).	M (6h).	S (6h).	M (6h).	S (6h).	M (6h).	S (6h).	M (6h).
Lait de chaque traite	3810	4350	3525	4475	3420	4120	2940	4000	3075	3450	3200	4075	3660	3975
Lait total	8160		8000		7540		6940		6525		7275		7635	
Lactose au litre	47,92	48.26	47,92	47,92	48,61	49,33	50,83	50,83	50,07	50,07	48,97	48,26	48,61	46,90
Lactose total	392,58		383,84		370,46		352,76		326,70		353,35		364,27	

Jour	23 avril.	24 avril.		25 avril.		26 avril.		27 avril.		28 avril.		29 avril.		30 avril
Moment de la traite	S (6h).	M (6h).	S (6h).	M (6h).	S (6h).	M (6h).	S (6h).	M (6h).	S (6h).	M (6h).	S (6h).	M (6h).	S (6h).	M (6h)
Lait de chaque traite	3540	3525	3050	4250	3300	3600	3450	3375	3000	3850	3550	3575	3400	3675
Lait total	7065		7300		6900		6825		6850		7125		7075	
Lactose au litre	50,45	50,83	47,23	46,90	47,57	43,81	49,33	49,70	50,07	47,57	50,45	48,61	48,97	48,97
Lactose total	357,76		343,37		315,79		337,91		334,36		352,97		346,45	

» Dosage du sucre du sang (jugulaire) :

18 au matin (avant la 1re inject.)... 0g,38 (glucose) au litre
19 après-midi à 3h30m.............. 0g,19 » (hypoglycémie notable)

» En examinant maintenant la sécrétion urinaire, nous avons trouvé, dans la première expérience, que l'élimination du sucre par cette voie n'avait duré que 3 jours environ; dans la deuxième, elle ne s'était éteinte que le 30 avril, c'est-à-dire 12 jours après la première injection, mais dans les deux cas le sucre rencontré a été le glucose. Le sucre urinaire est donc ici identique à celui que donne normalement la phloridzine chez tout autre animal d'expérience. Le rein laissant filtrer facilement le sucre du sang, c'est le glucose qui passe dans l'urine et il ne saurait donc s'agir, même chez les femelles laitières, de lactosine phloridzique ainsi qu'on l'a écrit.

» Après un examen attentif des Tableaux précédents, on constate que si le lait renferme au litre plus de lactose après l'injection qu'avant, ce n'est certes pas dans les proportions indiquées par Cornevin. L'augmen-

tation constatée n'est jamais considérable et elle ne devient très nette que si les injections de phloridzine sont fortes ou répétées (Expérience II); de plus, remarquons qu'elle est contrebalancée par une forte diminution dans la sécrétion mammaire, diminution qui est une conséquence obligatoire de la diurèse toujours observable chez les animaux phloridzinés. Si donc le lait est un peu plus concentré, il est surtout moins abondant et, tous comptes faits, il en résulte une diminution parfois très notable dans l'élimination totale du lactose.

» En contribuant à rendre le rein plus perméable au glucose, c'est là la théorie de von Mering que nos expériences viennent appuyer, la phloridzine engendre consécutivement de l'hypoglycémie; partant le tissu mammaire, recevant moins de glucose, produira moins de lactose.

» L'action que semble avoir la phloridzine sur la sécrétion mammaire n'est donc, en réalité, que très indirecte; elle est la conséquence immédiate d'un trouble rénal qui provoque à son tour hypoglycémie et diurèse.

» Nous examinerons ultérieurement les conséquences de l'hypoglycémie chez les femelles en état de lactation. »

PHYSIOLOGIE EXPÉRIMENTALE. — *Recherches sur les causes de l'immunité naturelle des vipères et des couleuvres.* Note de M. C. **Phisalix**, présentée par M. A. Chauveau.

« Dans une précédente Communication [1] j'ai montré que l'immunité naturelle des vipères et des couleuvres, quoique très élevée, n'est pas absolue et qu'elle varie considérablement suivant que le venin est introduit dans le péritoine ou dans la cavité cranienne. Dans le premier cas, il faut 100^{mg} à 120^{mg} de venin pour déterminer la mort, tandis que dans le second cas 2^{mg} à 4^{mg} suffisent. La plus grande partie du poison n'arrive donc pas aux centres nerveux. Que devient-il? Les expériences qui font l'objet de cette Note ont pour but de répondre à cette question.

» Voici comment elles ont été exécutées : Une forte dose de venin de vipère (15^{mg} à 20^{mg}) était dissoute dans 2^{cm^3} d'eau salée et inoculée dans le péritoine ou sous la peau d'une vipère ou d'une couleuvre. Au bout d'un temps variable de 1 à 15 heures, on sacrifiait le reptile et l'on recherchait par la méthode physiologique (inoculation au

(1) *Comptes rendus*, 27 juillet 1903.

cobaye) si une partie du venin restait dans les tissus, en particulier dans le sang ou dans le foie.

» Or, dans aucune des quinze expériences ainsi faites, il n'a été constaté d'augmentation sensible de la toxicité du sang ou du foie. Et cependant, il suffisait que sur les 15^{mg} ou 20^{mg} de venin injecté, il en restât seulement $0^{mg},5$ dans la circulation pour que le sang extrait d'une vipère pût donner la mort à un cobaye. D'autre part il est facile de vérifier que cette dose de venin introduite sous la peau en a disparu au bout de 2 heures; l'absorption dans le péritoine est encore plus rapide.

» D'après ces faits, il est naturel de penser que le venin a été détruit ou neutralisé et qu'il existe dans le sang des substances capables d'opérer cette neutralisation. C'est l'hypothèse que nous avions admise, Bertrand et moi, quand, après avoir chauffé du sérum de vipère à 58° pendant 15 minutes, nous avons constaté que ce sérum primitivement toxique devenait antitoxique. Dans notre opinion, le chauffage détruisait les substances toxiques tout en respectant les substances antitoxiques. Notre expérience pouvait être et a été interprétée d'une autre manière. Les substances antitoxiques ne préexisteraient pas dans le sang, mais prendraient naissance sous l'influence du chauffage; quant aux substances toxiques, elles ne seraient pas constituées par du venin en nature, puisque celui-ci résiste à la température de 58°, mais par une substance albuminoïde analogue à l'ichthyotoxine du sérum d'anguille. De nouvelles expériences m'ont donné la preuve que cette interprétation n'est pas exacte.

» En ce qui concerne la nature du poison contenu dans le sang de vipère, le fait que ce poison est détruit à 58° ne suffit pas pour affirmer que ce n'est pas du venin en nature et voici pourquoi. Si à une solution de venin on ajoute du sérum de vipère et qu'on porte le mélange à la température de 58° pendant 15 minutes, on en détruit, à coup sûr, les propriétés toxiques. On peut donc admettre que le poison du sang dont les propriétés physiologiques sont identiques à celles du venin est lui aussi du venin en nature. Mais alors pourquoi n'est-il pas complètement neutralisé par la substance antitoxique si celle-ci préexiste réellement dans le sang? On peut expliquer cette contradiction apparente de deux manières : ou bien la quantité d'antitoxine est inférieure à celle du venin, ou bien son action est entravée par celle d'une substance antagoniste.

» Cette dernière hypothèse me paraît justifiée par les nouveaux faits que je vais exposer.

» Le sérum de vipère ajouté tel quel à du venin ne modifie pas sa toxicité. Il y a

deux moyens de rendre le sérum antitoxique : le premier, déjà connu, c'est le chauffage; le second, c'est la filtration. En effet, du sérum filtré sur bougie Chamberland ou Berkfeld perd complètement ses propriétés toxiques et devient antitoxique. Cela s'explique aisément, si l'on admet qu'à côté de l'antitoxine libre dans le sang il existe une diastase antagoniste. Celle-ci resterait sur le filtre et serait détruite par la chaleur, tandis que l'antitoxine traverse le filtre et résiste au chauffage. Et, de fait, on peut maintenir à 68°, pendant 15 minutes, du sérum filtré sans en diminuer les propriétés antitoxiques.

» Cette antitoxine venimeuse est, comme le venin, une substance complexe; elle contient au moins deux principes distincts, dont l'un agit sur l'échidnotoxine et l'autre sur l'échidnase. Dans certaines conditions, on dissocie les effets produits par chacun d'eux. C'est ainsi que du sérum filtré sur une bougie peu poreuse n'a qu'une faible action sur l'échidnotoxine et, si la dose est insuffisante, il n'empêche pas la mort, mais à l'autopsie, on ne constate, au point d'inoculation, aucun des effets caractéristiques de l'échidnase.

» *En résumé,* l'immunité naturelle des vipères et des couleuvres doit être attribuée à la présence dans le sang d'une antitoxine libre qui neutralise le venin à mesure qu'il pénètre dans la circulation. »

PHYSIOLOGIE. — *Agglutination des globules rouges par l'hydrate ferrique colloïdal, le chlorure de sodium et différents sérums.* Note de Mme **Girard-Mangin** et M. **Victor Henri**, présentée par M. Alfred Giard.

« Des globules rouges de chien, cheval ou lapin, obtenus par centrifugation du sang défibriné, sont lavés par une solution de NaCl à 7,5 pour 1000 ou de saccharose isotonique (à 70 pour 1000); avec ces globules lavés on fait une émulsion salée en les délayant dans une solution isotonique de chlorure de sodium ou une émulsion sucrée en les ajoutant à une solution isotonique de saccharose. Les émulsions employées contenaient : I, 10^{cm^3}; II, $2^{cm^3},5$; III, $0^{cm^3},62$; IV, $0^{cm^3},13$ de globules rouges lavés et centrifugés pour 100^{cm^3}.

» En ajoutant à 5^{cm^3} d'une émulsion ainsi obtenue quelques gouttes (1 à 5) d'une solution faible d'hydrate ferrique colloïdal on voit se produire une agglutination de ces globules. Nous étudions ce phénomène d'agglutination ainsi que les agglutinations produites par différents sérums.

» *Résultats.* — 1° Lorsqu'on additionne une émulsion salée ou sucrée de quantités croissantes d'hydrate ferrique colloïdal à partir d'une certaine limite minimum, il se produit une agglutination de globules rouges; cette agglutination embrasse d'abord une partie des hématies; pour une dose plus forte, elle devient totale; enfin, pour une dose encore plus forte, l'agglutination diminue et devient partielle. Il y a là un parallé-

-lisme complet avec la précipitation de l'argent colloïdal (colloïde négatif) produite par l'addition de quantités croissantes d'hydrate ferrique colloïdal (colloïde négatif) étudiée par l'un de nous (V. H.) avec M. André Mayer. (Les globules rouges se déplacent dans un champ électrique vers l'anode.)

» 2° L'agglutination d'une émulsion sucrée se produit pour une quantité cinq à dix fois plus faible d'hydrate ferrique colloïdal que celle d'une émulsion salée.

» 3° La quantité d'hydrate ferrique nécessaire pour produire une agglutination d'hématies augmente avec la teneur de l'émulsion en globules rouges.

» 4° Les globules rouges de cheval, chien et lapin sont agglutinés par la même quantité d'hydrate ferrique.

» 5° Dans l'agglutination des hématies la majeure partie de l'hydrate ferrique colloïdal est entraînée par les globules agglutinés, mais il en reste pourtant une certaine quantité très faible dans la solution.

» 6° L'addition d'une faible quantité (1 goutte) de sérum ou d'une solution d'amidon ralentit ou empêche l'agglutination par l'hydrate ferrique colloïdal.

» 7° Les sérums de cheval, chien et lapin, de même que le sérum de chien chauffé à 62°, exercent la même action retardatrice vis-à-vis de l'hydrate ferrique.

» 8° Lorsqu'on produit une agglutination de globules rouges de chien par l'addition de sérum agglutinant de lapin (ayant reçu plusieurs injections intrapéritonéales de globules rouges de chien), on trouve que pour des quantités croissantes de sérum l'agglutination augmente d'abord, puis passe par un maximum et diminue; c'est à ce moment que l'on voit surtout se produire l'hémolyse. La quantité de sérum agglutinant doit être d'autant plus forte que la concentration de l'émulsion en hématies est plus grande. Ni le sérum de chien ou de cheval, ni l'amidon n'empêchent l'agglutination produite par le sérum agglutinant.

» 9° L'agglutination des hématies de chien par le sérum agglutinant de lapin n'est pas augmentée par une addition d'hydrate ferrique colloïdal. Le sérum du lapin le préserve contre l'action de l'hydrate ferrique.

» 10° Si, à une émulsion sucrée de globules rouges de cheval, de chien ou de lapin, on ajoute une faible quantité (1 à 5 gouttes) d'un sérum normal de cheval, de chien ou de lapin, il se produit une agglutination très nette. Ainsi les hématies de chien, lavées et émulsionnées dans une solution isotonique de saccharose, sont agglutinées par l'addition de quelques gouttes du sérum du même chien.

» 11° Lorsqu'à une émulsion sucrée on ajoute des quantités croissantes d'un sérum quelconque, l'agglutination augmente d'abord, passe par un maximum et diminue ensuite pour des doses plus fortes. Les hématies de cheval et celles de chien sont agglutinées par la même dose d'un sérum.

» 12° Une émulsion sucrée est agglutinée le plus fortement par le sérum de cheval, puis vient celui du chien et enfin celui du lapin.

» 13° Le sérum agglutinant de lapin (ayant reçu des injections d'hématies de chien) agglutine une émulsion *sucrée* de globules rouges de cheval à la même dose qu'une émulsion *sucrée* de globules de chien, et cette dose (1 à 3 gouttes pour 5^{cm^3}) est la même pour ce sérum que pour un sérum de lapin normal, il a donc dans ce cas un pouvoir agglutinant plus faible que celui du cheval. La différence n'apparaît que pour des doses plus fortes de sérum.

» 14° Le sérum de chien chauffé à 62° pendant 5 minutes agglutine une émulsion sucrée d'hématies de chien beaucoup plus faiblement que le sérum non chauffé.

» 15° L'addition de quelques gouttes d'une solution isotonique de NaCl (à 7,5 pour 1000) à une émulsion sucrée produit une agglutination des globules rouges; cette agglutination augmente d'abord pour des quantités croissantes de NaCl, passe par un maximum pour une certaine dose (environ 10 gouttes de NaCl pour 5^{cm^3} de l'émulsion sucrée), puis devient de plus en plus faible pour des doses plus fortes.

» 16° L'addition d'une faible quantité d'amidon à une émulsion sucrée ralentit l'agglutination produite par l'hydrate ferrique colloïdal, par un sérum normal quelconque et par le chlorure de sodium. Elle n'agit pas sur l'agglutination produite par le sérum agglutinant de lapin injecté.

» 17° L'agglutination d'une émulsion sucrée par un mélange de chlorure de sodium et de sérum est plus faible que la somme des deux actions séparées. Par l'addition d'une dose suffisante de NaCl (par exemple 30 gouttes) on empêche l'agglutination par l'addition d'un sérum normal.

» 18° L'addition d'hydrate ferrique colloïdal après celle d'un sérum normal à une émulsion sucrée n'augmente pas l'agglutination produite par ce sérum. Un sérum normal agglutine d'une part les hématies lavées et émulsionnées dans une solution isotonique de saccharose, et d'autre part les préserve contre l'action de l'hydrate ferrique colloïdal.

» Nous communiquerons prochainement la suite des résultats expérimentaux sur l'agglutination et sur l'hémolyse; l'étude théorique de ces phénomènes suivra cette partie expérimentale. »

M. **Védie** adresse une Note « Sur la radioactivité inductrice et induite ».

A 5 heures l'Académie se forme en Comité secret.

La séance est levée à 5 heures et demie.

M. B.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

Ouvrages reçus dans la séance du 24 mai 1904.

Atlas des voies navigables de la France dressé d'après les documents fournis par les Ingénieurs des Ponts et Chaussées; 2e série, 6e fasc. : *Navigation de la Seine en amont de Paris et de l'Yonne entre Auxerre et Montereau,* publié par le Ministère

des Travaux publics, École des Ponts et Chaussées, Service des Cartes et Plans. Paris, Imprimerie nationale, 1903; 1 vol. in-4°.

La matière, l'éther et les forces physiques, par LUCIEN MOTTEZ. Paris, Gauthier-Villars, 1904; 1 vol. in-8°.

Bulletin de la Société industrielle d'Amiens; t. XLII, n° 1, janvier-février 1904. Amiens, imp. T. Jeunet; 1 fasc. in-8°.

Bulletin de la Société industrielle de Mulhouse; janvier-février 1904. Paris, Berger-Levrault et Cie; Mulhouse, Vve Bader et Cie; 1 fasc. in-8°.

Écrits sur des sujets divers avec quelques lettres de Anders Retzius, publiés par GUSTAF RETZIUS. Stockholm, 1902; 1 vol. in-8°. (En langue suédoise.)

On the « islets of Langerhans » in the pancreas, by H.-H. DALE. (*Phil. Trans.*, B, vol. CXCVII, 1904, p. 25-46.) Londres; 1 fasc. in-4°.

On the origin of parasitism in fungi, by GEORGE MASSEE. (*Phil. Trans.*, B, vol. CXCVII, 1904, p. 7-24.) Londres, 1 fasc. in-4°.

(*A suivre.*)

ERRATA.

(Séance du 24 mai 1904.)

Note de M. *Ch. Renard*, Résistance de l'air. Comparaison des résistances directes de diverses carènes aériennes. Résultats numériques :

Page 1265, formule (1), *au lieu de* $\frac{\varphi_1 a}{1,25}SV^2$, *lisez* $\frac{\varphi_1 a}{1,25}\sigma SV^2$.

Page 1266, ligne 15, *au lieu de* 0,235, *lisez* 0,0135.

N° 23.

TABLE DES ARTICLES. (Séance du 6 juin 1904.)

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS
DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

NOMINATIONS.

CORRESPONDANCE.

N° 23.

SUITE DE LA TABLE DES ARTICLES.

PARIS. — IMPRIMERIE GAUTHIER-VILLARS,
Quai des Grands-Augustins, 55.

Le Gérant : Gauthier-Villars.

1904

PREMIER SEMESTRE.

COMPTES RENDUS

HEBDOMADAIRES

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES

PAR MM. LES SECRÉTAIRES PERPÉTUELS.

TOME CXXXVIII.

N° 24 (13 Juin 1904).

PARIS,

GAUTHIER-VILLARS, IMPRIMEUR-LIBRAIRE

DES COMPTES RENDUS DES SÉANCES DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES,

Quai des Grands-Augustins, 55.

1904

RÈGLEMENT RELATIF AUX COMPTES RENDUS,

ADOPTÉ DANS LES SÉANCES DES 23 JUIN 1862 ET 24 MAI 1875.

Les *Comptes rendus hebdomadaires des séances de l'Académie* se composent des extraits des travaux de ses Membres et de l'analyse des Mémoires ou Notes présentés par des savants étrangers à l'Académie.

Chaque cahier ou numéro des *Comptes rendus* a 48 pages ou 6 feuilles en moyenne.

26 numéros composent un volume.

Il y a deux volumes par année.

ARTICLE 1er. — *Impression des travaux de l'Académie.*

Les extraits des Mémoires présentés par un Membre ou par un Associé étranger de l'Académie comprennent au plus 6 pages par numéro.

Un Membre de l'Académie ne peut donner aux *Comptes rendus* plus de 50 pages par année.

Les communications verbales ne sont mentionnées dans les *Comptes rendus*, qu'autant qu'une rédaction écrite par leur auteur a été remise, séance tenante, aux Secrétaires.

Les Rapports ordinaires sont soumis à la même limite que les Mémoires; mais ils ne sont pas compris dans les 50 pages accordées à chaque Membre.

Les Rapports et Instructions demandés par le Gouvernement sont imprimés en entier.

Les extraits des Mémoires lus ou communiqués par les correspondants de l'Académie comprennent au plus 4 pages par numéro.

Un Correspondant de l'Académie ne peut donner plus de 32 pages par année.

Dans les *Comptes rendus*, on ne reproduit pas les discussions verbales qui s'élèvent dans le sein de l'Académie; cependant, si les Membres qui y ont pris part désirent qu'il en soit fait mention, ils doivent rédiger, séance tenante, des Notes sommaires, dont ils donnent lecture à l'Académie avant de les remettre au Bureau. L'impression de ces Notes ne préjudicie en rien aux droits qu'ont ces Membres de lire, dans les séances suivantes, des Notes ou Mémoires sur l'objet de leur discussion.

Les Programmes des prix proposés par l'Académie sont imprimés dans les *Comptes rendus*, mais les Rapports relatifs aux prix décernés ne le sont qu'autant que l'Académie l'aura décidé.

Les Notices ou Discours prononcés en séance publique ne font pas partie des *Comptes rendus*.

ARTICLE 2. — *Impression des travaux des Savants étrangers à l'Académie.*

Les Mémoires lus ou présentés par des personnes qui ne sont pas Membres ou Correspondants de l'Académie peuvent être l'objet d'une analyse ou d'un résumé qui ne dépasse pas 3 pages.

Les Membres qui présentent ces Mémoires sont tenus de les réduire au nombre de pages requis. Le Membre qui fait la présentation est toujours nommé; mais les Secrétaires ont le droit de réduire cet Extrait autant qu'ils le jugent convenable, comme ils le font pour les articles ordinaires de la correspondance officielle de l'Académie.

ARTICLE 3.

Le *bon à tirer* de chaque Membre doit être remis à l'imprimerie le mercredi au soir, ou, au plus tard, le jeudi à 10 heures du matin; faute d'être remis à temps, le titre seul du Mémoire est inséré dans le *Compte rendu* actuel, et l'extrait est renvoyé au *Compte rendu* suivant, et mis à la fin du cahier.

ARTICLE 4. — *Planches et tirage à part.*

Les *Comptes rendus* n'ont pas de planches.

Le tirage à part des articles est aux frais des auteurs; il n'y a d'exception que pour les Rapports et les Instructions demandés par le Gouvernement.

ARTICLE 5.

Tous les six mois, la Commission administrative fait un Rapport sur la situation des *Comptes rendus* après l'impression de chaque volume.

Les Secrétaires sont chargés de l'exécution du présent Règlement.

Les Savants étrangers à l'Académie qui désirent faire présenter leurs Mémoires par MM. les Secrétaires perpétuels sont priés de les déposer au Secrétariat au plus tard le Samedi qui précède la séance, avant 5h. Autrement la présentation sera remise à la séance suivante

ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 13 JUIN 1904,

PRÉSIDENCE DE M. MASCART.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

ÉNERGÉTIQUE BIOLOGIQUE. — *La contraction musculaire appliquée au soutien des charges sans déplacement (travail statique du muscle). Confrontation de ce travail intérieur avec la dépense énergétique qui l'engendre. Influence de la valeur de la charge.* Note de M. A. Chauveau.

« Je commence, dans la présente Note, l'exposition résumée des résultats donnés par les expériences que j'ai exécutées sur les muscles de l'avant-bras avec un outillage nouveau, pour établir, d'après la valeur des échanges respiratoires, les lois de la dépense énergétique liée à l'exécution de la contraction musculaire, c'est-à-dire à la production du travail physiologique ou travail intérieur des muscles.

» Il s'agissait de déterminer et de comparer cette dépense dans les trois formes de contraction musculaire :

» 1° La *contraction statique* ou *fixe*, employée à l'équilibration des résistances ou au soutien simple des charges sans déplacement (*travail statique*);

» 2° La *contraction dynamique avec raccourcissement graduellement croissant* du muscle s'employant au soulèvement d'une charge (*travail moteur* ou *positif*);

» 3° La *contraction dynamique avec raccourcissement graduellement décroissant* du muscle s'employant au refrènement de la descente d'une charge (*travail résistant* ou *négatif*).

» Dans la première de ces formes (*contraction statique*) le travail physiologique ou l'effort du muscle est continu.

» Dans les deux autres formes (*contraction dynamique avec raccourcissement graduellement croissant ou décroissant*), le travail physiologique est

nécessairement en discontinuité, puisqu'il ne peut se prolonger que par répétition. C'est un inconvénient. J'ai réussi à le pallier dans une certaine mesure. Grâce à mon nouvel outillage, on fait converger la contraction alternative des fléchisseurs et des extenseurs de l'avant-bras vers le même but : l'exécution à peu près continue d'un même travail mécanique moteur ou résistant. La continuité n'est pas parfaite parce qu'elle est nécessairement suspendue un court instant au moment où la commutation fait passer la charge d'un système de muscles sur l'autre.

» Mais le dispositif instrumental permet d'opérer la même commutation alternative dans le cas de contraction statique. D'où uniformité parfaite des conditions du travail physiologique du muscle dans ses trois formes. On peut ainsi arriver à des comparaisons rigoureusement exactes dans l'étude de la dépense qu'entraîne ce travail intérieur.

» Cette dépense propre du travail musculaire, déterminée d'après les échanges respiratoires, tout particulièrement par la différence des valeurs moyennes de O^2 absorbé à la minute pendant chaque état d'activité des muscles et pendant leur état de repos, a été successivement étudiée dans les trois formes de la contraction, d'une manière rigoureusement symétrique. Que l'effet de la contraction aboutit à un simple effort statique ou équilibrant, ou à du travail mécanique, moteur ou résistant, il y a eu, dans toutes les expériences :

» 1° Même durée du travail intérieur de la contraction : 3 minutes;

» 2° Même valeur des charges soutenues ou déplacées, soit $1^{kg},5$, 3^{kg}, $4^{kg},5$, 6^{kg};

» 3° Même nombre des alternances musculaires : 13, 26, 39 ou 52;

» 4° Même état physiologique du sujet [1] : à jeun depuis 16 heures;

» 5° Même choix du moment de l'expérience : le matin avant midi;

» 6° Même marche générale des expériences. Chacune d'elles comprenait uniformément 12 temps : 4 pour la dépense-repère de l'état de repos, 2 pour chacune des valeurs du travail; tous ces temps répartis constamment dans le même ordre au cours de l'expérience.

» *Dans la contraction statique, dont nous nous occupons tout d'abord, il se rencontre que la force élastique en puissance, communiquée au muscle, équilibre à la fois la charge extérieure soutenue et la résistance intérieure que le muscle, tendu par cette charge, oppose à son raccourcissement. Cette force de tension*

---

(1) M. *Bocquillon*, professeur de gymnastique et étudiant en médecine, qui m'a prêté son concours avec un zèle et une complaisance dont je lui suis reconnaissant.

donne donc la mesure proportionnelle de l'activité ou de la valeur du travail physiologique du muscle. Et alors, si le raccourcissement de celui-ci est constant, le travail musculaire croît nécessairement comme les charges équilibrées. Donc la dépense énergétique inhérente au travail de soutien des muscles doit croître de la même manière et se montrer proportionnelle aux charges.

» C'est particulièrement à la vérification de ce parallélisme, déjà établi pour le cas de la contraction continue du biceps, que je me suis attaché dans ma nouvelle Étude de la dépense qu'entraîne la contraction statique. Il importe de savoir si cette dépense n'est pas modifiée par l'intervention des conditions particulières qu'on est obligé d'introduire dans le dispositif expérimental, pour réaliser la symétrie qu'impose la comparaison nécessaire de la dépense de la contraction statique et de la contraction dynamique.

» *Deux séries d'expériences ont été consacrées à cette étude de la dépense de la contraction statique appliquée à l'équilibration des charges soutenues par les muscles moteurs de l'avant-bras fléchi à angle droit sur le bras.*

» *a. Dans la première série,* symétrique, j'en préviens à l'avance, à celle du *travail moteur* variant en fonction de la valeur de la charge, le parcours de celle-ci et la vitesse avec laquelle il est effectué restant constants, on a étudié la dépense du travail statique que les muscles moteurs de l'avant-bras effectuent en soutenant les charges $1^{kg},5$, 3^{kg}, $4^{kg},5$, 6^{kg} pendant 3 minutes, avec le nombre fixe d'alternances musculaires qui seront utilisées dans le travail moteur correspondant, c'est-à-dire 13 par minute.

» *b. Dans la deuxième série,* symétrique à celle du *travail moteur* variant en fonction de la longueur du chemin parcouru dans l'unité de temps, la charge déplacée restant constante, on a étudié la dépense du soutien fixe de cette charge avec le nombre variable d'alternances musculaires utilisées dans le travail moteur lui-même, c'est-à-dire 13, 26, 39, 52 à la minute.

PREMIÈRE SÉRIE D'EXPÉRIENCES. — INFLUENCE DE LA VALEUR DE LA CHARGE SOUTENUE SUR LA DÉPENSE DE LA CONTRACTION STATIQUE.

» Cette série comprend deux groupes distincts d'expériences.

» PREMIER GROUPE. — Il se compose de six expériences exécutées pour la plupart dans d'excellentes conditions, avec charge variable ($1^{kg},5$, 3^{kg}, $4^{kg},5$, 6^{kg}) et nombre constant d'alternances (13). Les résultats sont exposés dans les Tableaux ci-après.

Tableau A. — *Exemple détaillé d'une expérience.*

	a. Conditions des muscles.	b. Débit respiratoire.	c. Coefficients respiratoires.	
			CO^2 exhalé.	O^2 absorbé.
		l	cm³	cm³
I.	Repos.............	6,570	233	242
II.	Soutien de 1kg,5....	7,552	272	293
III.	» 3kg......	8,719	315	330
IV.	» 4kg,5....	9,885	349	363
V.	Repos.............	6,201	215	245
VI.	Soutien de 6kg......	11,420	408	416
VII.	» 6kg......	11,390	396	435
VIII.	» 6kg......	9,670	350	381
IX.	Repos.............	6,355	223	244
X.	Soutien de 3kg......	8,289	280	314
XI.	» 1kg,5....	6,907	229	268
XII.	Repos.............	6,447	220	257

Tableau B. — *Résumé de l'expérience précédente, donnant les résultats moyens, d'où l'on tire la valeur de la dépense afférente à l'exécution du travail musculaire, d'après la différence des quantités de O^2 absorbé pendant l'état de repos et l'état d'activité des muscles étudiés.*

a. Conditions des muscles.	b. Débit respiratoire.	c. Coefficients respiratoires.		d. Quotient respiratoire.	e. Dépense du travail musculaire en O^2 absorbé.
		CO^2 exhalé.	O^2 absorbé.		
	l	cm³	cm³		cm³
A. Repos..........	6,393	223	247	0,902	»
B. Soutien de 1kg,5.	7,229	251	281	0,893	**34**
C. » 3kg...	8,504	297	322	0,922	**75**
D. » 4kg,5.	9,777	349	372	0,938	**125**
E. » 6kg...	11,405	402	425	0,946	**178**

Tableau C. — *Valeur de la dépense du travail musculaire d'après la moyenne du débit et des échanges respiratoires, dans l'ensemble des 72 épreuves des 6 expériences de la série.*

a. Conditions des muscles.	b. Débit respiratoire.	c. Coefficients respiratoires.		d. Quotient respiratoire.	e. Dépense du travail musculaire en O^2 absorbé.
		CO^2 exhalé.	O^2 absorbé.		
	l	cm³	cm³		cm³
A. Repos..........	6,026	227	267	0,850	»
B. Soutien de 1kg,5.	6,708	264	307	0,852	**40**
C. » 3kg...	7,735	301	346	0,870	**79**
D. » 4kg,5.	9,317	358	400	0,895	**133**
E. » 6kg...	11,109	426	464	0,918	**197**

» Ce dernier Tableau montre avec la plus grande netteté les rapports de l'activité des échanges respiratoires et de la dépense qu'ils expriment avec la valeur du travail de soutien, c'est-à-dire celle des charges que ce travail équilibre ou neutralise. Il suffit de comparer la valeur des charges, représentative de celle du travail musculaire (première colonne du Tableau : *a. Conditions des muscles*) avec la valeur de la dépense corrélative du travail (sixième colonne du Tableau : *e. Dépense propre du travail musculaire, estimée en* O^2 *absorbé*) pour constater que la marche ascendante de ces deux valeurs s'effectue à peu près parallèlement.

» Mais la constatation de ce parallélisme, qui se manifeste également dans les expériences de contraction continue des fléchisseurs de l'avant-bras, ne veut pas dire que les choses se passent de la même manière dans les deux cas. Avant de se prononcer, il était nécessaire de faire de nouvelles constatations, qu'on s'est procurées dans les conditions suivantes :

» DEUXIÈME GROUPE D'EXPÉRIENCES. — C'est la répétition de celles dont il vient d'être rendu compte. Seulement les muscles fléchisseurs et extenseurs n'entrent en alternance qu'une seule fois par minute, pour soutenir les charges $1^{kg},5$, 3^{kg}, $4^{kg},5$, 6^{kg}. La durée des soutiens alternatifs est donc d'une demi-minute, au lieu d'un treizième de minute. On se rapproche ainsi de la continuité du soutien étudiée dans mes anciennes expériences.

TABLEAU A. — *Une expérience détaillée, comme exemple.*

	a. Conditions des muscles.	*b.* Débit respiratoire.	*c.* Coefficients respiratoires.	
			CO^2 exhalé.	O^2 absorbé.
		l	cm³	cm³
I.	Repos...............	6,763	237	280
II.	Soutien de $1^{kg},5$......	7,252	257	305
III.	» 3^{kg}........	8,262	299	345
IV.	» $4^{kg},5$......	9,731	360	395
V.	Repos...............	5,783	209	262
VI.	Soutien de 6^{kg}........	12,026	434	442
VII.	» 6^{kg}........	11,903	413	421
VIII.	» $4^{kg},5$......	10,129	351	379
IX.	Repos...............	6,028	209	261
X.	Soutien de 3^{kg}........	8,966	305	351
XI.	» $1^{kg},5$......	7,681	247	304
XII.	Repos...............	6,273	254	296

TABLEAU B. — *Résumé de l'expérience précédente, donnant les résultats moyens, d'où l'on tire la valeur de la dépense afférente à l'exécution du travail musculaire, d'après la différence des quantités de O^2 absorbé pendant l'état d'activité et l'état de repos des muscles étudiés.*

a. Conditions des muscles.	*b.* Débit respiratoire.	*c.* Coefficients respiratoires. CO²exhalé.	O²absorbé.	*d.* Quotient respiratoire.	*e.* Dépense du travail musculaire en O² absorbé.
	l	cm³	cm³		cm³
A. Repos..........	6,212	227	275	0,825	»
B. Soutien de 1kg,5.	7,466	252	304	0,829	29
C. » 3kg...	8,614	302	348	0,867	73
D. » 4kg,5.	9,930	355	387	0,917	112
E. » 6kg...	11,964	423	432	0,979	157

TABLEAU C. — *Valeur de la dépense du travail musculaire, d'après les moyennes du débit et des échanges respiratoires, dans l'ensemble des 24 épreuves des deux expériences de la série.*

a. Conditions des muscles.	*b.* Débit respiratoire.	*c.* Coefficients respiratoires. CO²exhalé.	O²absorbé.	*d.* Quotient respiratoire.	*e.* Dépense du travail musculaire en O² absorbé.
	l	cm³	cm³		cm³
A. Repos..........	6,477	242	288	0,840	»
B. Soutien de 1kg,5.	7,361	271	324	0,836	36
C. » 3kg...	8,208	303	353	0,858	65
D. » 4kg,5.	9,260	348	389	0,895	101
E. » 6kg...	10,989	414	445	0,930	157

» Dans ce Tableau C, la valeur du témoin de la dépense propre du travail musculaire (O^2 *absorbé en plus pendant l'état de contraction statique*) subit un accroissement graduel, à peu près proportionnel à celui qui est imprimé aux charges que la contraction statique équilibre. C'est exactement comme dans le cas des expériences à 13 alternances.

» Mais un fait nouveau, d'une grande importance, se révèle dans les expériences où les alternances sont réduites à deux par minute. Dans ce dernier cas, la dépense de soutien des charges par les muscles, en contraction statique, est moindre que dans l'autre. La comparaison de la sixième colonne des deux Tableaux C, résumant les résultats des deux séries d'expériences, le démontre surabondamment. »

MÉCANIQUE. — *Influence exercée par de petites variations des actions extérieures sur un système que définissent deux variables affectées d'hystérésis.* Note de M. **P. Duhem.**

« Nous nous proposons d'examiner ici le problème suivant, qui a été réservé dans une précédente Note [1] :

» *Un système est défini par deux variables* α, β, *affectées d'hystérésis. La température* T *et les actions extérieures* A, B *éprouvent des variations petites et fréquentes au voisinage des valeurs constantes* T_0, A_0, B_0. *On suppose que les deux vitesses* α', β' *gardent, pendant un temps fini, un signe invariable. Les petites variations de la température et des actions extérieures influent-elles notablement sur les valeurs de ces vitesses?*

» Pour fixer les idées, supposons positives les deux vitesses α', β'; les transformations du système dépendent alors des équations

$$(1)\quad \left\{\begin{aligned} &d\left[A - L(\alpha,\beta,T)\alpha' - M(\alpha,\beta,T)\beta' - \frac{\partial}{\partial\alpha}\mathcal{F}(\alpha,\beta,T)\right] \\ &\qquad = f(\alpha,\beta,T,A,B)\,d\alpha, \\ &d\left[B - M(\alpha,\beta,T)\alpha' - N(\alpha,\beta,T)\beta' - \frac{\partial}{\partial\beta}\mathcal{F}(\alpha,\beta,T)\right] \\ &\qquad = g(\alpha,\beta,T,A,B)\,d\beta. \end{aligned}\right.$$

» Intégrons les deux membres de chacune des équations (1) entre deux instants t_0, t_1, dont l'intervalle soit grand par rapport à la durée moyenne d'une oscillation des conditions extérieures; $(\alpha_1 - \alpha_0)$, $(\beta_1 - \beta_0)$ seront grands par rapport aux valeurs que peuvent prendre $(T - T_0)$, $(A - A_0)$, $(B - B_0)$. Nous aurons *rigoureusement*

$$(2)\quad \left\{\begin{aligned} &\left[A - L(\alpha,\beta,T)\alpha' - M(\alpha,\beta,T)\beta' - \frac{\partial}{\partial\alpha}\mathcal{F}(\alpha,\beta,T)\right]_0^1 \\ &\qquad = f(\alpha_m,\beta_m,T_m,A_m,B_m)(\alpha_1 - \alpha_0), \\ &\left[B - M(\alpha,\beta,T)\alpha' - N(\alpha,\beta,T)\beta' - \frac{\partial}{\partial\beta}\mathcal{F}(\alpha,\beta,T)\right]_0^1 \\ &\qquad = g(\alpha_n,\beta_n,T_n,A_n,B_n)(\beta_1 - \beta_0), \end{aligned}\right.$$

---

[1] *Effets des petites oscillations des conditions extérieures sur un système dépendant de deux variables* (*Comptes rendus*, t. CXXXVIII, p. 1313, séance du 30 mai 1904).

t_m, t_n étant deux instants convenablement choisis entre t_0 et t_1. Si l'on néglige les quantités de l'ordre de $(A - A_0)$, $(B - B_0)$, $(T - T_0)$ devant les quantités de l'ordre de $(\alpha_1 - \alpha_0)$, $(\beta_1 - \beta_0)$, ces égalités rigoureuses (2) peuvent être remplacées par les égalités approchées

$$(3)\quad \left\{\begin{aligned} &\left[L(\alpha, \beta, T_0)\,\alpha' + M(\alpha, \beta, T_0)\,\beta' + \frac{\partial}{\partial\alpha}\mathcal{F}(\alpha, \beta, T_0)\right]_1^0 \\ &\qquad\qquad = f(\alpha_m, \beta_m, T_0, A_0, B_0)(\alpha_1 - \alpha_0), \\ &\left[M(\alpha, \beta, T_0)\,\alpha' + N(\alpha, \beta, T_0)\,\beta' + \frac{\partial}{\partial\beta}\mathcal{F}(\alpha, \beta, T_0)\right]_1^0 \\ &\qquad\qquad = g(\alpha_m, \beta_m, T_0, A_0, B_0)(\beta_1 - \beta_0). \end{aligned}\right.$$

» Si ces égalités avaient lieu rigoureusement et quelque petit que soit $(t_1 - t_0)$, nous pourrions en déduire que α, β sont déterminés par les équations différentielles

$$(4)\quad \left\{\begin{aligned} &\frac{d}{dt}\left[L(\alpha, \beta, T_0)\,\alpha' + M(\alpha, \beta, T_0)\,\beta' + \frac{\partial}{\partial\alpha}\mathcal{F}(\alpha, \beta, T_0)\right] \\ &\qquad\qquad + f(\alpha, \beta, T_0, A_0, B_0)\,\alpha' = 0, \\ &\frac{d}{dt}\left[M(\alpha, \beta, T_0)\,\alpha' + N(\alpha, \beta, T_0)\,\beta' + \frac{\partial}{\partial\beta}\mathcal{F}(\alpha, \beta, T_0)\right] \\ &\qquad\qquad + g(\alpha, \beta, T_0, A_0, B_0)\,\beta' = 0. \end{aligned}\right.$$

» Les restrictions et approximations auxquelles sont subordonnées les équations (3) nous conduisent à formuler la *supposition* suivante, sans nous permettre de la démontrer rigoureusement.

» α, β diffèrent toujours très peu d'un système intégrant les équations (4).

» Or ces équations (4) sont celles qui régiraient les transformations du système si la température T et les actions extérieures A, B gardaient les valeurs rigoureusement invariables T_0, A_0, B_0. On voit donc que le système se transforme sensiblement comme si la température et les actions extérieures n'éprouvaient aucune oscillation.

» En réunissant ce résultat à ceux qui ont été observés dans notre précédente Note, on obtient la proposition suivante :

» *Des oscillations petites et fréquentes de la température et des actions extérieures n'exercent presque aucune influence sur un système défini par deux variables à hystérésis.*

» Toutefois, l'exactitude de cette proposition est subordonnée à une condition : *ni l'une ni l'autre des deux variables à hystérésis n'est presque exempte de viscosité.* Il suffit qu'une des deux variables qui définissent le

système corresponde à une action de viscosité toujours très petite pour que nos raisonnements tombent en défaut et que les petites oscillations des conditions extérieures puissent influer sur la vitesse avec laquelle le système se transforme.

» Par conséquent, si l'on met en évidence l'influence que de petites oscillations de la température ou des actions extérieures exercent sur un système défini par deux variables à hystérésis, comme l'ont fait M. L. Marchis et M. H. Chevallier, on ne prouve pas par là que la viscosité est entièrement négligeable dans le système étudié ; on démontre seulement que l'une des deux variables correspond à une action de viscosité très petite ; l'action de viscosité correspondant à l'autre variable peut subsister et se manifester par divers effets. »

PHYSIQUE. — *Sur la propriété que possèdent un grand nombre de corps de projeter spontanément et continuellement une émission pesante.* Note de M. **R. Blondlot.**

« En considérant qu'une source lumineuse faible, telle qu'un écran phosphorescent, peut servir de réactif à des agents physiques divers, je fus amené à penser que ce même réactif pourrait peut-être servir à déceler des phénomènes relatifs à la pesanteur restés jusqu'ici inaperçus. Des recherches entreprises dans cette direction m'ont conduit à constater les faits suivants.

» *Première expérience.* — Sur une bande de carton on a fixé, avec du collodion, un peu de sulfure de calcium formant une tache A de quelques millimètres de diamètre (ou mieux une croix à branches très déliées), que l'on a ensuite rendue phosphorescente en l'insolant; le carton est assujetti horizontalement, de façon que l'espace soit libre au-dessus et au-dessous de la tache phosphorescente. Si, *au-dessus* de la tache A, on vient à placer un disque métallique, par exemple une pièce de deux francs, la tache devient aussitôt plus visible [1] et cette augmentation persiste, *quelle que soit la hauteur à laquelle* B *est élevée au-dessus de* A, même quand cette hauteur est portée à plusieurs mètres, à condition que la pièce B soit exactement au-dessus de A et que son plan soit horizontal; si l'on écarte tant soit peu la pièce de la verticale de A, ou si on l'incline, l'action cesse.

---

[1] Avoir soin d'observer la tache aussi normalement que possible.

» *Deuxième expérience.* — Plaçons maintenant la pièce B *au-dessous* de la tache phosphorescente; si la distance de B à A surpasse environ 6^{cm}, on n'aperçoit aucun effet, mais, si l'on rapproche B davantage, on constate une action, comme quand B est au-dessus.

» Les deux expériences précédentes donnent, du reste, des résultats identiques quand le carton est retourné de façon que la tache de sulfure se trouve sur sa face inférieure.

» La dissymétrie de l'action exercée par la pièce sur le sulfure, selon qu'elle est placée au-dessus ou au-dessous de lui, prouve que la *pesanteur* intervient dans cette action.

» Au lieu de la pièce d'argent, on peut employer du cuivre, du zinc, du plomb, du carton mouillé, etc.; d'autres substances, au contraire, ne produisent aucune action : par exemple l'or, le platine, le verre, le carton sec, etc. Je reviendrai ultérieurement sur les propriétés des différentes substances relativement à ces actions.

» *Troisième expérience.* — Assujettissons la pièce B de manière que son plan soit vertical (en la collant par la tranche à l'extrémité d'un brin de paille fixé horizontalement), puis, explorant l'espace à l'aide du sulfure phosphorescent, cherchons les points où la phosphorescence est renforcée : on trouve que ces points sont situés sur deux courbes analogues à celles que formeraient deux jets liquides qui sortiraient avec une faible vitesse des deux faces verticales de la pièce; ces courbes ne semblent toutefois pas être des paraboles, mais plutôt avoir chacune une asymptote verticale.

» Il est visible que tous les phénomènes que je viens de décrire s'expliquent si l'on admet que la pièce d'argent projette par toute sa surface une émission pesante qui, lorsqu'elle atteint le sulfure, le rend plus visible : suivant cette hypothèse, en effet, dans la première expérience, la face inférieure de la pièce projette de haut en bas une émission matérielle, laquelle, la pesanteur aidant, continue indéfiniment son chemin ; dans la seconde expérience, c'est la matière projetée de bas en haut par la face supérieure de la pièce qui vient exciter le sulfure, mais l'action de la pesanteur étant, cette fois, de sens contraire à la vitesse initiale, la matière projetée ne peut s'élever qu'à une hauteur limitée, comme cela a lieu dans le cas d'un jet d'eau. La troisième expérience est l'analogue d'un jet sortant d'un ajutage horizontal ; comme la pièce émet aussi par la tranche, on doit s'attendre à trouver une région d'action dans le plan vertical qui la contient : c'est ce que l'on reconnaît en effet.

» Ainsi, l'hypothèse d'une projection de matière rend bien compte des

expériences précédentes, mais, de plus, cette hypothèse m'a suggéré beaucoup d'autres expériences, qui toutes ont donné les résultats prévus : je vais en décrire quelques-unes.

» *Quatrième expérience.* — Fixons la pièce B de façon que son plan soit incliné. L'exploration à l'aide du sulfure indique alors l'existence de deux jets issus normalement des deux faces de la pièce et retombant ensuite comme dans la troisième expérience; on constate aussi l'émission par la tranche.

» *Cinquième expérience.* — Le sulfure étant fixé en un point A, et la pièce de monnaie étant placée en un point B, éloigné de A de quelques décimètres, cherchons à orienter le plan de la pièce de manière que le jet lancé par sa face supérieure vienne atteindre le sulfure : on constate d'abord que, pour que l'on puisse y parvenir, il faut que la perpendiculaire au plan de la pièce soit contenue dans le plan vertical qui passe par A et B, puisque, lorsque cette condition est remplie, le sulfure est atteint pour deux valeurs de l'angle que cette perpendiculaire fait avec le plan horizontal : c'est, comme on sait, ce que l'on observe avec un jet d'eau et dans le mouvement des projectiles.

» *Sixième expérience.* — Disposons une première pièce B_1 verticalement, de façon que le jet qui sort de l'une de ses faces passe au-dessus de A : le sulfure n'en reçoit ainsi aucune action. Enlevons B_1, puis disposons une seconde pièce B_2 dans une position symétrique de celle qu'occupait B_1, par rapport au plan vertical mené par A parallèlement au plan dans lequel se trouvait B_1 : le sulfure ne reçoit non plus alors aucune action venant de B_2. Maintenant, plaçons simultanément B_1 et B_2 dans les positions indiquées : aussitôt le sulfure devient beaucoup plus visible. L'explication est évidente : la rencontre des deux jets produit une colonne de matière tombant verticalement sur A.

» L'émission pesante traverse une feuille de papier ou de carton, et même une planche de 2^{cm} d'épaisseur; elle est au contraire arrêtée presque totalement par une lame de verre, contre laquelle elle rejaillit à la façon d'un jet d'eau. Si un tube de verre long d'environ 1^m et ayant 1^{cm} ou 2^{cm} de diamètre intérieur est disposé dans une direction inclinée, lorsque de l'orifice supérieur de ce tube on approche une pièce de monnaie, l'écran phosphorescent placé devant l'orifice inférieur indique que l'émission de la pièce s'écoule par le tube.

» Toutes ces expériences, et de nombreuses variantes dont la description ne peut trouver place ici, prouvent surabondamment, à mon sens,

l'existence d'une émission pesante. J'ai l'intention de faire connaître prochainement plusieurs propriétés intéressantes de cette émission. »

M. **Berthelot**, en faisant hommage à l'Académie du second Volume de la quatrième édition du *Traité de Chimie organique* qu'il publie en collaboration avec M. *Jungfleisch*, s'exprime comme il suit :

« J'ai l'honneur d'offrir à l'Académie le second Volume de la quatrième édition du *Traité de Chimie organique* que nous avons publié M. Jungfleisch et moi. Les grands développements pris par la Chimie organique ont conduit, dans l'intervalle de temps écoulé depuis la troisième édition, à la découverte de composés pour ainsi dire innombrables et dont les applications pour la théorie et pour la pratique se multiplient tous les jours. Nous nous sommes efforcés de signaler ces nouvelles découvertes dans le cadre restreint d'un Traité élémentaire dont l'étendue a été portée à plus de 2000 pages. Nous espérons que ce Résumé méthodique pourra être de quelque utilité non seulement pour les jeunes gens, mais même pour les savants qui cherchent à se tenir au courant de la marche de la Science moderne. »

NOMINATIONS.

L'Académie procède, par la voie du scrutin, à la nomination d'une Commission qui sera chargée de décerner le prix Leconte.

Cette Commission devra se composer de sept Membres élus au scrutin, auxquels s'adjoindront les quatre Membres qui forment le Bureau.

MM. Maurice Levy, Poincaré, Bouchard, Becquerel, Moissan, Janssen, de Lapparent réunissent la majorité des suffrages.

En conséquence, la Commission se composera de MM. **Mascart**, **Troost**, **Darboux**, **Berthelot**, **Maurice Levy**, **Poincaré**, **Bouchard**, **Becquerel**, **Moissan**, **Janssen**, **de Lapparent**.

CORRESPONDANCE.

ASTRONOMIE PHYSIQUE. — *Étude photographique du spectre de la planète Jupiter.* Note de M. **Millochau**, présentée par M. J. Janssen.

« La planète Jupiter se trouvant dans une position favorable, pendant les derniers mois de l'année passée, j'ai réussi à en obtenir, par la photographie, plusieurs spectres.

» Ces spectres, qui s'étendent de la raie F à la raie C, ont été obtenus en employant l'objectif visuel de la grande lunette de l'observatoire de Meudon (84^{cm} de diamètre pour 16^{m} de distance focale) et un spectrographe composé : d'un collimateur à lentille achromatique de 50^{cm} de distance focale, d'un prisme taillé sous l'angle de 60° et d'une chambre photographique comportant un objectif achromatique de 292^{mm} de foyer.

» Des essais préalables m'ont conduit à employer des plaques panchromatiques de la maison Lumière, qui m'ont donné des résultats bien supérieurs à ceux obtenus avec les autres plaques essayées.

» Le dispositif adopté pour le spectrographe m'a permis d'employer une fente assez large (environ $0^{mm},075$) permettant cependant d'obtenir, dans le spectre de Jupiter, les raies solaires relativement fines, avec une pose de 90 minutes.

» Par suite de l'état du ciel, je n'ai pu obtenir d'épreuves utilisables que les 29 décembre 1903, 2, 16, 26 et 29 janvier 1904.

» Je n'ai pu faire qu'une épreuve de comparaison du spectre lunaire, le 26 janvier 1904.

» Le spectrographe employé était fixé à une monture permettant d'orienter la fente dans toutes les directions et notamment dans trois positions :

» 1° Parallèlement à la ligne des pôles de Jupiter, afin de comparer le spectre des bandes à celui du reste du disque ;

» 2° Parallèlement à l'équateur de la planète afin de distinguer les raies planétaires des raies telluriques par l'inclinaison des premières par rapport aux secondes en raison de la rotation de Jupiter ;

» 3° Suivant une direction faisant un angle de 45° avec ces deux premières positions, afin de faire en même temps les deux comparaisons.

» J'ai agrandi quatre fois les épreuves obtenues, en employant un procédé que j'ai imaginé et qui permet, au moyen de reproductions successives, de faire varier l'intensité relative des diverses parties d'un cliché photographique et de mettre en relief des détails trop faibles pour être facilement visibles sur le négatif original.

» Les spectres obtenus montrent nettement cinq bandes d'absorption spéciales à l'atmosphère de Jupiter ; ces bandes se trouvent près des

λ 618, 607, 600, 578 et 515, et correspondent à des bandes signalées dans le spectre d'Uranus, par Keeler.

» De plus, les bandes correspondant au spectre de la vapeur d'eau et la bande α sont fortement renforcées.

» Toutes les bandes d'absorption sont relativement beaucoup plus intenses dans la partie du spectre provenant de la bande équatoriale sud de Jupiter, qui est la seule, cette année, qui soit large et intense.

» La bande de la vapeur d'eau située près de D est bien parallèle à cette raie dans les épreuves des 2 et 16 janvier 1904, la raie D est d'ailleurs nettement inclinée par rapport au spectre de comparaison.

» *En résumé*, je ferai remarquer que ces résultats confirment par des documents photographiques les observations oculaires faites par les astronomes qui se sont occupés des spectres planétaires et les conclusions qui ont été déduites de ces observations.

» Ils confirment complètement les travaux de M. Janssen qui, à la suite de sa découverte, en 1866, du spectre de la vapeur d'eau et des gaz de notre atmosphère, rechercha et signala la présence de ce spectre dans les principales planètes du système solaire, et émit l'opinion que les atmosphères de ces planètes sont semblables dans les grandes lignes et contiennent les mêmes éléments principaux que celle de la Terre.

» Les bandes nouvelles faibles signalées dans le spectre de Jupiter et l'existence de la bande λ 618, trouvée depuis longtemps dans le spectre des planètes supérieures, indiquent qu'il y a en plus dans les atmosphères de ces mondes un gaz n'existant pas dans celles des planètes inférieures, ou n'y existant qu'en faibles proportions. C'est entre les planètes supérieures un point de ressemblance de plus à ajouter à ceux déjà constatés.

» J'ai l'intention de continuer ces études à l'observatoire du Mont-Blanc, en utilisant la grande lunette qui y est installée, la situation de cet observatoire étant particulièrement favorable à ce genre de travaux, rendus si difficiles en raison de la présence de l'atmosphère terrestre.

» J'ajouterai que c'est d'après les indications de M. Janssen et grâce à ses conseils que j'ai entrepris ces travaux et je tiens à l'en remercier ici. »

Remarques sur la Communication précédente, par M. **J. Janssen.**

« L'étude des spectres des planètes a une importance considérable. C'est par elle, en effet, que nous pouvons arriver à connaître la composi-

tion de leurs atmosphères et par là prononcer sur les similitudes ou les différences que ces astres peuvent présenter, à ce point de vue, avec notre Terre.

» Dès l'année 1862 j'ai cherché à jeter les bases de cette étude par mes recherches sur les raies *telluriques* du spectre solaire, c'est-à-dire des raies qui, dans ce spectre, sont dues à l'action de l'atmosphère terrestre.

» La découverte du spectre de la vapeur d'eau faite en 1866 a étendu encore le cercle de ces études en permettant la recherche de ce corps si important, qui joue un si grand rôle dans les phénomènes de la végétation et de la vie, dans les atmosphères planétaires et même dans celles des étoiles, ce qui a permis de classer ces dernières et de leur assigner un âge relatif. (Voir à cet égard la lecture faite à la séance des cinq Académies du 25 octobre 1887 *Sur l'âge des étoiles.*)

» Ces considérations montrent tout l'intérêt que présente le travail de M. Millochau que j'ai été heureux de provoquer et d'encourager. »

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur une classe d'équations différentielles à intégrales multiformes.* Note de M. **Pierre Boutroux.**

« Parmi les équations dont les intégrales possèdent un nombre infini de branches, les plus simples sont les équations de la forme

$$y' = A + By + Cy^2 + Dy^3$$

que l'on peut ramener aux équations suivantes :

$$(1) \qquad y' = Cy^2 + Dy^3,$$

$$(2) \qquad z' = \sqrt{z}\,L(x) + P(x), \qquad z = y^{-2}.$$

» Soit p le degré de L, m le degré de P. Je me suis placé dans le cas où $p < \frac{m-1}{2}$ (en supposant $m > 1$), et je me suis proposé de rechercher comment se comportaient l'ensemble des points critiques x_i et l'ensemble des déterminations $z_i(x)$ d'une intégrale quelconque $z(x)$. Dans ce but, j'ai cherché à étudier l'intégrale $z(x)$ au voisinage du point critique transcendant $x = \infty$.

» *Étude d'une branche d'intégrale.* — Soit S un cercle ayant son centre

à l'origine, pour rayon $|X_0|$, et tel qu'à l'extérieur de ce cercle on ait :

$$P(x) = [(m+1)b + \varepsilon]x^m, \qquad |\varepsilon| < \frac{h}{|x|}, \qquad \left(\frac{h}{|X_0|} \text{ nombre donné}\right).$$

x_1 étant un point critique quelconque, on peut calculer une valeur approchée de l'une quelconque $\bar{z}$ des deux branches qui s'annulent en x_1. Traçons un cercle Σ de centre O et de rayon $\alpha x_1 (\alpha < \frac{1}{2})$. On a :

$$\text{à l'extérieur de } \Sigma \ldots\ldots \quad \bar{z} = (b+\varepsilon)(x^{m+1} - x_1^{m+1}) + \varepsilon_1 x^{m+1},$$
$$\text{à l'intérieur de } \Sigma \ldots\ldots \quad |\bar{z}| > \lambda |x_1|^{m+1},$$

$|\varepsilon|$ et $|\varepsilon_1|$ étant inférieurs à $\frac{h}{|x_1|}$, h et λ restant fixes, lorsque $|x_1|$ croît.

» Il résulte de là que $\bar{z}$ ne saurait s'annuler qu'au voisinage des racines $(m+1)^{\text{ièmes}}$ de x_1^{m+1}. Soit α une telle racine, γ et γ' deux nombres arbitrairement petits. J'ai vérifié qu'à partir d'une certaine valeur de $|x_1|$, la branche d'intégrale $\bar{z}$ s'annule, d'une part, dans le cercle de centre α et de rayon $|\alpha|^{\gamma}$ et ne saurait, d'autre part, s'annuler deux fois dans le cercle de rayon $|\alpha|^{1-\gamma'}$. En d'autres termes, si nous partons d'un point x_0 intérieur à Σ avec une même détermination $\sqrt{z_0}$, et si nous balayons le plan en faisant tourner autour de x_0 une droite $x_0 x$, nous ne rencontrons ainsi que $m+1$ points critiques, respectivement voisins des zéros de $x^{m+1} - x_1^{m+1}$. *Si, par chacun de ces $m+1$ points critiques, nous menons une coupure rectiligne allant à l'infini, l'intégrale qui admet la valeur initiale $\sqrt{z_0}$ devient une fonction uniforme de x dans tout le plan.*

» Nous appellerons *branche d'intégrale* la fonction ainsi définie, $x_1, \ldots, x_{m+1}$ ses points critiques. Lorsqu'on tourne autour d'un nombre fini de points critiques, on obtient une nouvelle branche ayant ses points critiques respectivement voisins de $x_1, \ldots, x_{m+1}$, en sorte que l'on peut, sans ambiguïté, les affecter respectivement des mêmes indices $1, \ldots, m+1$.

» *Quasi-périodes.* — Lorsqu'on décrit un contour fermé issu de x_0 et entourant un point critique d'indice 1, puis un point critique d'indice 2, z augmente de ω. On peut vérifier que, si l'on décrit n fois de suite un tel contour, z augmente de $(1+\varepsilon)n\omega$, ($|\varepsilon|$ étant arbitrairement petit si l'on prend $|x_0|$ assez grand). L'accroissement ω constitue un type de *quasi-période* pouvant être ajoutée ou retranchée. Il y aura, en général, pour les intégrales de (3), m types différents de quasi-périodes, le plus souvent non commutables (ce qui veut dire que la valeur d'une somme algébrique de

quasi-périodes dépendra de l'ordre dans lequel ces périodes seront ajoutées ou retranchées). Je puis en déduire qu'*une aire quelconque* (extérieure au cercle S) *contient en général une infinité de déterminations* $z_i(x_0)$ *de* $z(x_0)$, *quel que soit* x_0.

» Pour qu'il n'en soit pas ainsi, il faut qu'une infinité de ces déterminations viennent à coïncider. Or cela exige :

» 1° Que les quasi-périodes soient réductibles à deux;

» 2° Qu'il existe une relation entre les quasi-périodes, c'est-à-dire *une combinaison d'un nombre fini de quasi-périodes qui soit identiquement nulle quels que soient* x_0 *et la valeur initiale* $\sqrt{z_0}$.

» Soit, en particulier, $m = 3$. Le degré p de L sera, d'après nos hypothèses, 0 ou 1. Je me suis proposé de rechercher s'il existe alors des équations (2) dont les intégrales possèdent deux quasi-périodes commutables. *Dans le premier cas* ($p = 0$), cette recherche conduit aux résultats suivants : On reconnaît que la condition nécessaire et suffisante pour qu'il y ait commutabilité des périodes est que l'infini soit un pôle pour une branche quelconque d'intégrale, ce qui n'a lieu que lorsque l'équation (3) admet pour intégrales particulières deux polynomes. En ce cas, on peut construire *dans tout le plan*, et sans ambiguïté aucune, un réseau de parallélogrammes curvilignes des quasi-périodes dont les sommets sont *tous* les points critiques d'une même intégrale. *L'ensemble des points critiques, comme l'ensemble des* $z(x)$, *n'a d'autre point limite que l'infini.* Mais ces intégrales se trouvent être immédiatement réductibles à des fonctions connues. Au moyen d'un changement de variable linéaire, on les ramène à la forme

$$(3) \qquad z' = \sqrt{z} + \lambda^2 x^3 - \frac{x}{9}.$$

» Posant $\sqrt{z} = x(\eta + \frac{1}{3})$, $2\lambda x = t(6\eta + 1)$, on obtient

$$2t\frac{d\eta}{dt} = \eta\frac{72t^2 - 1}{1 - 36t^2} + \frac{12t^2}{1 - 36t^2}.$$

» *Lorsque* $p = 0$, toutes les équations pour lesquelles les quasi-périodes sont commutables se ramènent donc à une équation linéaire. »

MÉCANIQUE. — *Énergie en jeu dans les actions statiques.* Note de M. **Eugène Lebert**, présentée par M. Maurice Levy.

« Dans une Communication (*Comptes rendus* du 24 mai 1904), M. Ernest Solvay, à l'occasion des expériences de M. le professeur Chauveau sur

l'énergie musculaire, montre clairement qu'il n'y a, en général, aucune relation simple entre l'énergie mise en jeu dans les actions statiques et ces actions. Mais il peut se présenter aussi des cas où l'effort est exactement proportionnel à l'énergie, et il semble que ce sont précisément ces cas que M. Chauveau a cherché à réaliser. Assurément, un effort ou un poids ne peut être équilibré que par une force ayant les mêmes dimensions MLT^{-2}; il n'y a aucune raison pour donner à cette réaction un nom spécial *énergie de sustentation ou de pression vive*. Cette réaction dérive de l'énergie comme la force électrique dérive du potentiel électrique.

» Si W est le travail ou l'énergie ML^2T^{-2}, le vecteur $\frac{dW}{dL}$ sera une force.

» Si P est une puissance, ML^2T^{-3} et V, une vitesse, le vecteur $\frac{dP}{dV}$ sera aussi une force.

» Les évaluations et leurs conséquences sont faciles dans quelques cas particuliers :

» 1° Une tige de longueur L, de section S, supporte, avec un allongement l, un poids π placé sans choc; le travail du poids partant de la valeur 0 pour atteindre la valeur π est $\frac{1}{2}\pi l$; le travail des forces élastiques (qui n'est pas le travail élastique $\frac{\pi}{S}$, expression vicieuse facile à éviter en disant *effort par unité de surface*) est

$$W = \frac{1}{2}\frac{ESl^2}{L};$$

on en tire

$$\frac{dW}{dl} = \frac{ESl}{L} = \pi.$$

» La réaction verticale est proportionnelle à l quand le travail est proportionnel à l^2; mais sous cette autre forme $W = \frac{1}{2}\pi L \frac{\pi}{ES}$, l est proportionnel à π quand W est proportionnel à π^2. Si l'on s'impose la condition l constant en faisant varier S de façon que $\frac{\pi}{S}$ soit constant, on voit que l'allongement comme le travail des forces élastiques est simplement proportionnel à π.

» 2° Dans un jet de fluide vertical, la puissance à l'orifice est $P_0 = \delta g q H$, le débit $q = S_0 V_0$, si S_0 est la section de l'orifice et $V_0 = \sqrt{2gH}$, la vitesse correspondant à la charge H; cela donne $P_0 = \frac{1}{2}\delta S_0 V_0^3$. A une hauteur où la vitesse se réduit à V correspondant à une charge h, la section du jet étant devenue S, la puissance est réduite à $P = \frac{1}{2}\delta S V^3$, avec la condition $S_0 V_0 = SV$; la puissance n'est en somme fonction que du carré de la vitesse et doit s'écrire $P = \frac{1}{2}\delta S V_0 V^2$.

» Alors $\frac{dP}{dV} = \delta S V . V = \delta S V^2 = 2 g \delta S h$.

» C'est cette réaction dérivant de la puissance qui fait équilibre au poids Mg dans la section du jet où l'on a $M = 2\delta S h$.

» Il y a un cas où le poids soutenu est proportionnel à la puissance; c'est quand, h étant constant, la puissance comme le poids varient seulement avec la section du jet.

» Ces exemples prouvent, qu'au moins dans certains cas, l'énergie ou la puissance peut être proportionnelle aux actions statiques qui en dérivent([1]). M. Chauveau a eu raison de se mettre dans un de ces cas particuliers en comparant des allongements identiques de muscles. Si l'énergie musculaire, comme celle d'une tige métallique, pouvait se représenter par $W = \frac{1}{2}\pi h \frac{\pi}{ES}$, comme L et S sont sensiblement constants, il suffirait, pour que la proportionnalité cherchée se réalisât, que $\frac{\pi}{E}$ fût constant, c'est-à-dire que la *tonicité* ou élasticité du muscle provoquée par le poids fût proportionnelle à ce poids et à l'énergie mettant le muscle en action (énergie mesurée par la quantité de chaleur dégagée pendant la durée de l'action). Or, c'est ce qui paraît bien résulter de l'expérience.

» L'essentiel, semble-t-il, est de bien vérifier si les expériences sont conduites d'après ces principes, et de bien définir les conditions de l'expérience; car un sujet, même exercé, devra mettre en jeu beaucoup plus d'énergie quand l'effort sera très oblique par rapport à la direction du muscle, la dérivée de cette énergie étant maximum dans la direction des fibres musculaires. »

OPTIQUE. — *Sur l'indice de réfraction des solutions*. Note de M. C. Chéneveau, présentée par M. Potier.

« J'ai étudié les indices des dissolutions aqueuses de trente-cinq corps différents (acides, bases, sels minéraux) pour diverses concentrations. Parallèlement, j'ai déterminé la densité de ces solutions. La mesure des

(1) Cela a lieu aussi dans les cas envisagés par M. Ernest Solvay. Dans le serpentin, la masse d'eau en mouvement et, par suite, l'énergie, sont proportionnelles au nombre de spires. Dans la série d'électroaimants identiques, pour que l'intensité du courant reste la même, il faut que la force électromotrice et, par suite, la puissance, soient proportionnelles au nombre des électro-aimants, la résistance du circuit étant proportionnelle à ce nombre. On constate donc, même dans ces exemples, que les actions statiques envisagées sont proportionnelles aux puissances dont elles dérivent.

indices était faite au réfractomètre Féry, celle des densités avec la balance de Mohr.

» D'après les résultats obtenus, on peut construire les courbes donnant l'indice en fonction du pourcentage en poids du sel dissous.

» En général, on n'obtient pas ainsi des droites. Il n'y a donc pas généralement proportionnalité entre la variation d'indice et la variation de poids du corps dissous (contrairement à la loi de Walter).

» Grâce à la connaissance de la densité, on peut aussi construire les courbes donnant les indices en fonction de la concentration (teneur en grammes par litre). Dans ce cas également, il n'y a pas proportionnalité.

» J'ai cherché à séparer l'action du sel sur l'indice n de la dissolution en admettant (¹) que $(n-1)$ est la somme de deux termes, l'un, $n_s - 1$, provenant du sel dissous, l'autre, $n_e - 1$, provenant de l'eau de la dissolution et en admettant de plus que l'on peut calculer l'indice actuel de l'eau dans la dissolution d'après le volume qu'elle occupe, en supposant vraie la loi de Gladstone ou la loi de Lorentz pour les variations de l'indice avec le volume.

» Si l'on admet la loi de Gladstone $\frac{n-1}{d} = \text{const.}$, on trouve pour l'indice de l'eau dans la dissolution

$$n_e = 1 + \frac{(n_1 - 1)(100 - p)D}{100},$$

D étant la densité de la dissolution, p le poids de sel dissous dans 100^g de la solution, n_1 l'indice ordinaire de l'eau.

» Si l'on admet la loi de Lorentz $\frac{n^2-1}{n^2+2}\frac{1}{d} = \text{const.}$, on obtient

$$n_e = \sqrt{\frac{1 + 2\frac{100-p}{100}\frac{n_1^2-1}{n_1^2+2}D}{1 - \frac{100-p}{100}\frac{n_1^2-1}{n_1^2+2}D}}.$$

» Les valeurs calculées par ces deux méthodes diffèrent peu d'ailleurs.

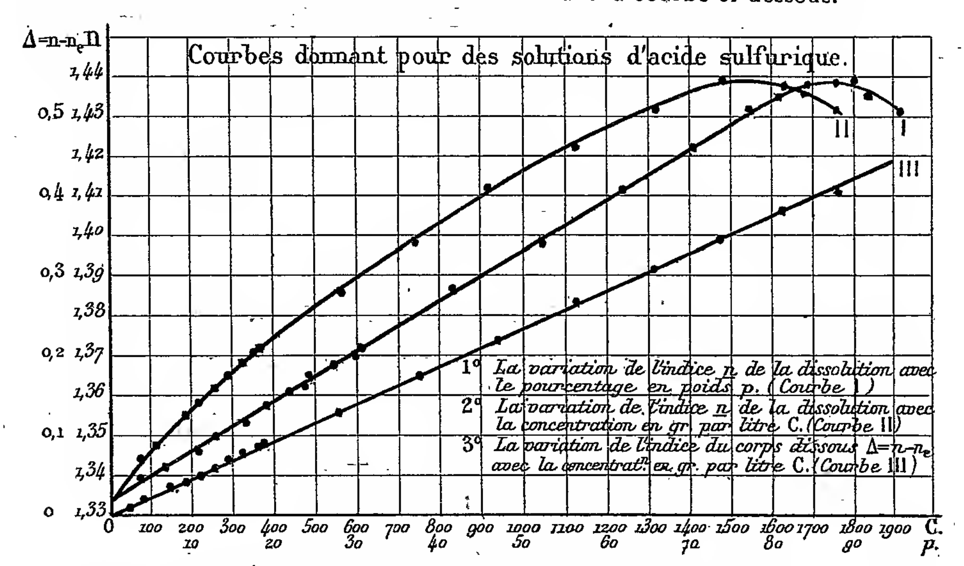
» D'après l'hypothèse que j'ai faite, la quantité $\Delta = n - n_e = n_s - 1$ représente la part due au corps dissous. Si l'on construit des courbes en portant Δ en ordonnées et la concentration C en abscisses, on obtient en général une droite, c'est-à-dire un résultat plus simple que celui obtenu en portant l'indice n en ordonnées.

(¹) Comme il résulte de la loi de Gladstone.

» A titre d'exemple, je donnerai les résultats avec SO^4H^2, à 15° :

p.	C.	n_D.	D.	Δ.	$\frac{\Delta}{C}$.	p.	C.	n_D.	D.	Δ.	$\frac{\Delta}{C}$.
					0,000						0,000
95,38	1751,56	1,4317	1,8364	0,4034	2303	29,68	360,17	1,3698	1,2135	0,0852	2365
89,87	1629,43	1,4379	1,8131	0,3766	2311	27,20	324,78	1,3667	1,1944	0,0767	2361
83,88	1479,72	1,4377	1,7641	0,3428	2317	24,60	288,85	1,3636	1,1742	0,0683	2364
77,33	1307,57	1,4312	1,6909	0,3034	2320	21,92	252,91	1,3602	1,1538	0,0598	2364
70,15	1122,59	1,4216	1,6037	0,2612	2329	19,15	216,89	1,3568	1,1326	0,0514	2369
61,69	932,88	1,4104	1,5122	0,2172	2328	16,26	180,66	1,3531	1,1111	0,0428	2369
52,36	741,67	1,3981	1,4165	0,1731	2338	13,26	144,52	1,3494	1,0899	0,0342	2366
41,99	554,53	1,3853	1,3203	0,1299	2342	10,15	108,41	1,3456	1,0681	0,0255	2352
30,14	367,71	1,3706	1,2200	0,0864	2350	6,93	72,47	1,3418	1,0458	0,0172	2373
16,18	180,00	1,3532	1,1125	0,0422	2344	3,41	34,85	1,3375	1,0221	0,0083	2384

» On voit que $K = \frac{\Delta}{C}$ *est à très peu près constant :* il varie de 0,000 238 à 0,000 230 lorsque le pourcentage d'acide varie de 3 à 95 pour 100. Ce résultat est d'autant plus remarquable que la courbe de n en fonction de C passe par un maximum. Toutes ces conclusions sont d'ailleurs résumées dans la courbe ci-dessous.



» On retrouve la même constance pour K, quelle que soit la concentration pour les 34 autres corps dissous que j'ai étudiés.

» Le Tableau suivant donne la valeur moyenne de K pour ces diverses substances (¹).

(¹) Je donnerai dans un Mémoire détaillé les résultats pour chaque corps, comme je l'ai fait pour l'acide sulfurique.

HCl	0,000 3942	AzO^3H	0,000 2790	SO^4Li^2	0,000 2223
LiCl	3497	AzO^3Li	2609	SO^4Mg	1941
$MgCl^2$	3050	$(AzO^3)Mg$	2447	$SO^4(AzH^4)^2$	3014
AzH^4Cl	4220	AzO^3AzH^4	3209	SO^4Na^2	1845
NaCl	2688	AzO^3Na	2233	SO^4Cu	1785
$CuCl^2$	2466	$(AzO^3)^2Cu$	2114	SO^4K^2	1899
KCl	2536	AzO^3K	2207	SO^4Th^2	1144
$SrCl^2$	2201	AzO^3Ag	1625	SO^3Na^2	2259
$BaCl^2$	1859	$(AzO^3)^2Pb$	1604	$S^2O^3Na^2$	2679
$HgCl^2$	1421	AzO^2K	2251	NaOH	2374
KBr	2135	ClO^3K	2112	KOH	2295
				AzH^4OH	4331

» J'ai opéré sur des solutions relativement concentrées. M. Dijken ([1]) a fait, au contraire, des mesures d'indice et de densité, pour des solutions très diluées. En calculant K, d'après les expériences de M. Dijken, on trouve des valeurs très voisines de celles que j'ai trouvées pour les 18 corps que nous avons tous deux étudiés. Pour les solutions de KCl, par exemple, j'ai trouvé $K = 0{,}0002545$ pour un pourcentage p de 24,26, $K = 0{,}0002483$ pour $p = 2{,}77$. D'après M. Dijken, $K = 0{,}0002538$ pour $p = 3{,}71$ et $K = 0{,}0002601$ pour $p = 0{,}058$.

» D'après ces résultats, on voit que l'influence du corps dissous sur la marche des rayons lumineux semble être une propriété atomique additive. Elle est indépendante de l'état d'ionisation du corps dissous. Elle ne dépend pas non plus des hydrates qui ont pu se former. »

PHYSIQUE. — *Contributions à l'étude des rayons* N *et* N_1. Note de M. Jean Becquerel, présentée par M. Henri Becquerel.

« I. *Émission de rayons* N *et* N_1 *accompagnant les contractions et dilatations produites par les changements de température.* — Dans une Note du 9 mai dernier ([2]) j'ai signalé le fait suivant : lorsqu'un corps a emmagasiné les rayons N_1 (sulfure de calcium, quartz) une élévation de température de ce

([1]) Dijken, *Zeit. f. phys. Ch.*, t. XXIV, 1897, p. 81. Antérieurement, M. Doumer (*Thèse*, 1892), M. Bary (*Comptes rendus*, t. CXVIII, 1894, p. 71) et M. Hallwachs (*Wied. Ann.*, t. LIII, 1894, p. 1) ont publié des mesures se rapportant à des solutions étendues.

([2]) *Comptes rendus*, t. CXXXVII, p. 1160.

corps produit une augmentation du rayonnement avant de le faire disparaître, et j'ai comparé ce phénomène à celui qu'on observe en chauffant une substance phosphorescente.

» A côté de ce phénomène les variations de température donnent lieu à un effet tout différent dû aux changements de volume des corps : l'échauffement amenant une dilatation est accompagné d'une émission de rayons N_1 et le refroidissement produisant une contraction donne naissance à des rayons N.

» Ces faits peuvent être mis en évidence par l'expérience suivante:

» Un cône de cuivre, susceptible de concentrer à son sommet un grand nombre de radiations, est chauffé du côté de la base, par exemple en le plongeant dans l'eau bouillante. On voit aussitôt des rayons N_1 apparaître au sommet; le rayonnement cesse lorsque le cône s'est échauffé dans toute sa masse. Si maintenant on laisse le cône se refroidir, on constate un dégagement de rayons N pendant tout le temps du refroidissement jusqu'à ce que l'équilibre de température soit atteint,

» L'expérience peut encore être faite de la manière suivante. Le cône ayant été plongé seulement en partie dans l'eau bouillante, on plonge dans l'eau froide la partie chauffée avant que la chaleur n'ait eu le temps de se propager jusqu'au sommet du cône. La visibilité de l'écran détecteur approché du sommet présente alors une série d'oscillations et, au bout de quelques instants, on voit apparaître les rayons N d'une façon permanente. Ces oscillations s'expliquent aisément : au moment où la base du cône a été plongée dans l'eau froide, la chaleur continuant à se propager vers le sommet donne toujours naissance à des rayons N_1, mais d'autre part le refroidissement de la base produit des rayons N. Ces deux phénomènes contraires donnent lieu à des oscillations jusqu'au moment où, le cône tout entier se refroidissant, il ne se produit plus que des rayons N dont le dégagement cesse bientôt, le métal étant revenu à la température ambiante.

» Ces faits sont conformes aux hypothèses développées dans plusieurs Notes précédentes et relatives à l'origine des rayons de Blondlot (1).

» II. *Dégagement simultané de rayons* N *et* N_1 *par les larmes bataviques.* — On sait que les corps soumis à un effet mécanique ne produisent pas les mêmes rayons dans toutes les directions, lorsque les forces élastiques ne sont pas les mêmes dans tous les sens (2).

---

(1) JEAN BECQUEREL, *Comptes rendus,* t. CXXXVIII, p. 1332 et 1415.

(2) JEAN BECQUEREL, *Comptes rendus, ibid.,* p. 1332.

» Une expérience fort simple vient confirmer les faits précédemment observés à ce sujet.

» Les larmes bataviques sont des corps étirés dans le sens de leur longueur et contractés normalement à leur surface. Au moyen d'un écran détecteur placé à l'extrémité d'un petit tube de plomb oxydé, on peut isoler les rayons émis dans les diverses directions et l'on constate que, lorsque le tube est placé de façon à recueillir les rayons émis très obliquement dans le sens de la longueur de la larme batavique, la visibilité du sulfure de calcium diminue; elle augmente au contraire lorsque le tube est normal à la surface; les larmes bataviques, qui sont une source puissante de rayons N, émettent donc aussi des rayons N_1 dans le sens de leur longueur, c'est-à-dire dans le sens de l'étirement. La pointe, en particulier, est une source abondante de rayons N_1.

» III. *Action des vapeurs d'alcool sur les sources de rayons Blondlot et sur les métaux.* — On sait que les anesthésiques (chloroforme, éther, protoxyde d'azote) suspendent l'émission des rayons Blondlot et rendent opaques les métaux qui transmettent ces rayons [1]; les expériences suivantes montrent que l'alcool possède la même propriété, tout en agissant avec moins d'énergie que le chloroforme.

» Les rayons N sont concentrés au moyen d'un cône en aluminium dont la base pénètre dans un flacon traversé par un courant d'air chargé ou non de vapeurs d'alcool. On protège la base du cône recevant le rayonnement par une lame de verre mince qui empêche les vapeurs d'alcool d'atteindre la surface du métal. Au-dessous du cône ainsi protégé, on place comme source de rayons N du sulfure de calcium insolé.

» 1° Dès que les vapeurs d'alcool pénètrent dans le flacon, on constate que la luminosité d'un écran détecteur augmente sensiblement à la pointe du cône, révélant ainsi un phénomène d'excitation de la source déjà observé avec les anesthésiques; le phénomène est aussi intense avec l'alcool qu'avec le chloroforme mais se produit beaucoup moins vite et dure plus longtemps.

» 2° La proportion d'alcool augmentant, l'émission de rayons N diminue sans cependant s'annuler totalement.

» 3° Dès que l'on chasse les vapeurs d'alcool, le rayonnement augmente et reprend sensiblement la même valeur qu'au début de l'expérience.

» 4° Si l'on recueille par le cône d'aluminium les rayons N_1, émis tan-

---

(1) Jean Becquerel, *Comptes rendus*, t. CXXXVIII, p. 1159.

gentiellement par un écran de sulfure de calcium, on constate que les vapeurs d'alcool diminuent également l'émission de ces rayons N_1.

» Les métaux se sont montrés beaucoup plus sensibles que le sulfure de calcium à l'action des vapeurs d'alcool. Si l'on néglige de protéger le cône d'aluminium par une lame de verre, ou si l'on enferme la source dans une enveloppe en aluminium ou en cuivre, on constate que le métal devient opaque aussitôt que l'alcool pénètre dans le flacon.

» L'acier est également anesthésié dès que les vapeurs d'alcool atteignent sa surface et je n'ai pas observé de phénomène d'excitation présenté par le sulfure de calcium. L'acier ne paraissant pas émettre de rayons N_1, ce fait m'a conduit à penser que l'excitation du sulfure de calcium pourrait être due à la suppression de rayons N_1 émis normalement en même temps que les rayons N. Ces rayons N_1 disparaîtraient alors plus vite que les rayons N, une très faible proportion d'alcool ne supprimant pas ces derniers. J'étudie en ce moment la valeur de cette hypothèse. »

ÉLECTRICITÉ. — *Sur les formes de l'éclairage de haute fréquence entre fils de platine de faible diamètre.* Note de MM. **André Broca** et **Turchini**, présentée par M. Becquerel.

« M. Eginitis ayant décrit il y a quelque temps (*Comptes rendus*, 16 mai 1904) quelques phénomènes relatifs à la décharge électrique de haute fréquence quand on ajoute des self-inductions notables sur le circuit des condensateurs, nous nous permettons d'appeler l'attention sur quelques phénomènes du même ordre que nous avons observés il y a deux ans en cherchant à étudier l'amortissement dans les circuits de haute fréquence. Nous avons essayé de faire agir des décharges amorties sur un galvanomètre composé d'un seul tour de fil agissant sur un équipage à aiguilles aimantées verticales avec point conséquent (André Broca, *Comptes rendus*, 13 juillet 1896), le tout enveloppé dans un conducteur creux mis en communication par un seul point avec le circuit, pour éviter toutes les perturbations électrostatiques.

» En excitant la décharge d'un circuit de condensateurs comprenant cet instrument au moyen d'un courant continu interrompu, nous espérions, ayant des trains d'onde commençant toujours dans le même sens, pouvoir obtenir, en joignant cet instrument à d'autres, une mesure aisée de l'amortissement. Nous avons été très surpris de voir le galvanomètre donner des

élongations tantôt dans un sens et tantôt dans l'autre, en même temps que le bruit de l'étincelle changeait notablement, aussitôt que, pour allonger la période propre du système, nous adjoignions à nos 12 bouteilles de Leyde ayant 45 millièmes de microfarad de capacité environ, une self-induction notable (77 spires de fil de $0^{mm},2$ de diamètre enroulées sur un cadre rectangulaire de 16^{cm} sur 18^{cm}). Nous avons regardé les boules de décharge en laiton et nous avons vu s'y produire des phénomènes analogues à ceux décrits par M. Eginitis. Nous avons alors cherché à régulariser le phénomène par tous les moyens possibles et, entre autres, en employant des pointes de décharge en platine. Nous avons pu mettre en évidence, avec du fil de platine de $0^{mm},5$ de diamètre, l'existence de trois régimes de décharge très différents, caractérisés par leurs effets sur le galvanomètre décrit (instrument à courant continu) et sur un milliampèremètre à courant alternatif mis en série dans le même circuit; cela, quel que soit le procédé employé pour exciter les phénomènes, même quand on les rend aussi symétriques que possible en employant le courant alternatif pour exciter la bobine. Nous allons maintenant décrire ce qu'on a dans ce cas.

» Grâce aux grandes capacités utilisées, on peut obtenir d'abord, sans soufflage, l'étincelle active de haute fréquence ordinaire, c'est la décharge de première espèce. Le milliampèremètre alternatif donne 40 milliampères efficaces; le galvanomètre ne donne rien. Si maintenant on chauffe légèrement un des fils en les écartant l'un de l'autre, on voit une gaine bleuâtre se former sur lui, et si les écrans sont convenablement réglés, on peut obtenir le long de ce fil une gaine bleuâtre de 2^{cm} ou 3^{cm} de long enveloppant tout le fil, large près de l'intervalle d'éclatement, et s'effilant le long du fil; c'est la décharge de deuxième espèce. La température est peu élevée, le fil n'est pas à l'incandescence, on ne voit pas nettement au spectroscope dans la gaine les raies du platine. Le milliampèremètre alternatif tombe aux environs de 10 milliampères, autant qu'on peut le dire, les mesures étant mauvaises au début de la graduation, et le galvanomètre donne la même indication, montrant que la décharge est uniquement dans un sens, la gaine décrite étant la cathode. Le phénomène amorcé, on peut éloigner les fils de 4^{mm} ou 5^{mm}, alors que l'intervalle d'éclatement au début est d'une fraction de millimètre. L'anode semble peu attaquée, quoiqu'elle s'use un peu. Le fil, sous la gaine cathodique, se dépolit, se couvrant de petits cratères, et à la partie extrême de la gaine il se forme un dépôt noir bleuâtre insoluble dans les acides, qui semble être du platine.

» Quand on chauffe un peu plus, le phénomène change d'aspect, le fil qui porte la gaine est à l'incandescence, et l'on voit le galvanomètre d'abord revenir au zéro, puis changer de sens, indiquant que maintenant la gaine est anodique. C'est la décharge de troisième espèce. Le spectroscope y révèle toutes les lignes du platine. Le fil sans gaine s'use énormément, et en même temps il se couvre d'une couche noire roussâtre, de 2^{cm} de long, soluble dans HCl pur, et donnant après évaporation et reprise par l'eau les

réactions du platine (ces réactions ont été faites il y a 2 ans par M. Bourcet, chef de laboratoire de M. A. Gautier, et refaites cette année par son successeur M. Maillard). Il semble que ce soit de l'oxyde de platine.

» Quand on recueille ces dépôts en interposant une lame de verre dans la décharge, on voit que celle-ci se couvre d'un dépôt noirâtre mat, qui semble être de l'oxyde de platine, dans les parties périphériques froides de la décharge. Au centre il y a du platine brillant, insoluble dans HCl pur.

» Il semble donc que le dépôt formé sur le fil négatif est dû à des ions oxygène venus de l'arc gazeux, et qui, grâce à leur état d'ionisation, oxydent les ions platine. Nous donnons d'ailleurs cette hypothèse sous toute réserve.

» Le milliampèremètre alternatif étant trop peu sensible pour analyser le phénomène, nous avons mis la décharge dans le champ magnétique et nous avons vu que, dans la décharge de seconde espèce, les ions sont tous déviés dans le même sens, mais très peu ; ce sont probablement des ions très lourds. Dans la décharge de troisième espèce il y a des ions déviés dans les deux sens, indiquant la complexité du phénomène. Les lames de verre placées en travers de la décharge sont rodées d'une manière très énergique sur la tranche par le passage des ions. Il faut avoir soin de ne pas toucher au fil de platine avec la lame de verre, sans cela au point touché jaillit une gerbe d'ions sodium qui rend le phénomène tout à fait instable, et impossible pendant longtemps à régulariser.

» Quand on chauffe avec un bec Bunsen la gaine dans la décharge de troisième espèce, on voit la flamme se colorer nettement en vert. La lumière très faible ne nous a pas permis de voir nettement ce qu'il y avait dedans au point de vue spectral.

» Nous conclurons de ce qui précède que la nature des phénomènes de décharge dans l'air peut être extrêmement variable et apporter des perturbations profondes dans les propriétés électriques des circuits de haute fréquence. »

PHYSIQUE. — *Action des sources de rayons* N *sur l'eau pure.* Note de M. **Julien Meyer**, présentée par M. Mascart.

« On sait que les rayons N issus de l'acier trempé ne sont pas arrêtés par le papier mouillé. Dans le but de rechercher si ces rayons traversent de l'eau pure sous une grande épaisseur, j'ai fait l'expérience suivante :

» Un cristallisoir d'environ 30^{cm} de diamètre contient de l'eau jusqu'à une hauteur de 8^{cm} ; un écran à sulfure de calcium était maintenu au-dessus de la surface de l'eau. D'autre part, si, une lime étant placée à 10^{cm} au-dessous du cristallisoir, on vient à l'en rapprocher, on voit la phosphorescence diminuer.

» Si l'on enlève l'eau du cristallisoir, on voit au contraire l'effet ordinaire des sources de rayons N.

» Par conséquent, cette expérience montre que, quand on approche une lime, source de rayons N, d'une masse d'eau, cette eau devient une source de rayons N_1.

» J'ai reconnu ensuite que la même expérience réussit avec une épaisseur d'eau beaucoup plus faible, 1mm environ. L'eau pure émet également des rayons N_1 quand on y plonge complètement la source de rayons N. Un flacon de verre rempli d'eau distillée n'a pas d'action sensible sur l'écran. Si l'on y introduit une lime, il diminue la phosphorescence. Le même phénomène se produit en employant, comme source de rayons N, un tube fermé contenant de l'air comprimé, ou bien en utilisant des sources dont les rayons N sont arrêtés par le papier mouillé, telles que du sulfure de calcium insolé, le soleil, un bec Auer ou une lampe Nernst.

» De même, une grenouille placée dans une éprouvette de verre maintenue à l'intérieur d'une éprouvette de plus grand diamètre émet des rayons N, comme on le constate à l'aide d'un écran à sulfure placé au-dessus de la première éprouvette.

» Si l'on verse de l'eau dans l'espace annulaire compris entre les deux éprouvettes, on voit la phosphorescence de l'écran diminuer. Plus simplement, un vase rempli d'eau et contenant une grenouille est une source de rayons N_1. Il en est de même si ce vase contient des parties vertes d'une plante. Si l'on ajoute à l'eau quelques gouttes de chloroforme, l'effet propre de l'eau disparaît, les sources de rayons N affectent l'écran phosphorescent comme si l'eau n'existait pas.

» Avec les sources de rayons N_1, on n'observe pas d'effet analogue : par exemple, quand on approche de l'écran une ampoule de lampe à incandescence qui émet des rayons N_1, on voit la luminosité diminuer, même si l'ampoule est séparée de l'écran par une épaisseur d'eau de plus de 10cm. L'addition de chloroforme à l'eau ne modifie en rien l'action de l'ampoule sur l'écran.

» *En resumé*, les expériences précédentes permettent de conclure que l'eau pure soumise à l'action d'une source de rayons N devient elle-même une source de rayons N_1. »

PHYSIQUE. — *Sur la mesure de la mobilité des ions dans les gaz par une méthode de zéro*. Note de M. **Eugène Bloch**, présentée par M. Mascart.

« La méthode dite *des courants gazeux*, imaginée par Mac Clelland (*Phil. Mag.*, t. XLVI, 1898, p. 29) pour l'étude des gaz de la flamme, et perfectionnée par Zeleny (*Phil. Trans.*, t. CXCV, 1901, p. 193), qui l'a appliquée au cas des rayons de Röntgen, permet, dans des cas étendus, de mesurer la mobilité des ions dans les gaz. Je l'ai utilisée moi-même dans l'étude de l'émanation du phosphore (*Comptes rendus*, décembre 1902). Le but de la présente Note est de montrer qu'on peut la transformer en une méthode de zéro, ce qui étend beaucoup le champ de ses applications.

» Supposons que l'on envoie un gaz uniformément ionisé dans un tube cylindrique C dans l'axe duquel se trouvent placées l'une à la suite de l'autre deux électrodes cylindriques de même diamètre A et B, dont la seconde est *plus longue* que la première. Si le potentiel initial de ces deux électrodes est zéro, et si l'on applique au tube C des voltages croissants, il est facile de montrer que le potentiel de l'électrode B s'élèvera d'abord plus vite que celui de l'électrode A. Pour un certain voltage critique V du tube C, ces accroissements de potentiels s'égaliseront, puis le potentiel de B s'élèvera moins vite que celui de A. Si l'on détermine le débit total U du gaz au moment précis où les deux électrodes subiront des accroissements de potentiel égaux, on pourra calculer la mobilité K des ions par la formule

$$K = \frac{U}{2\pi l V} L \frac{b}{a} \frac{C_1}{C_1 + C_2},$$

l désignant la longueur de l'électrode A, a et b les rayons de l'électrode et du tube extérieur, C_1 et C_2 les capacités des deux électrodes et des systèmes de conducteurs qui leur sont respectivement reliés.

» Une discussion approfondie de la méthode (Langevin, *Cours du Collège de France*, janvier 1904) montre d'ailleurs que son exactitude est d'autant plus grande que la mobilité des ions étudiés est plus faible.

» Pour constater que les électrodes A et B subissent des accroissements de potentiel égaux dans le même temps, on les réunit respectivement aux deux paires de quadrants d'un électromètre sensible dont l'aiguille est chargée. On isole *simultanément* les deux paires de quadrants et l'électromètre doit rester au zéro. Si l'équilibre n'était pas atteint, l'électromètre dévierait dans un sens ou dans l'autre.

» Pour mesurer le débit du gaz au moment précis où l'équilibre est atteint à l'électromètre, j'emploie la méthode suivante, fondée sur la viscosité du gaz étudié. Le gaz passe, à la suite du tube C, dans un tube de verre de 3^{mm} de diamètre et de 20^{cm} de long; entre les extrémités du tube est établie une dérivation en verre de même diamètre, qui est destinée à servir de manomètre et qui est disposée comme un manomètre du type Töpler à bulle de xylol. Quand le gaz passe dans le tube principal, il s'établit, en vertu de sa viscosité, une différence de pression entre les extrémités du tube, que l'on peut évaluer aisément en mesurant le déplacement de la bulle de xylol contenue dans la dérivation, au moyen d'un viseur porté par le chariot d'une machine à diviser. Cette différence de pression

est proportionnelle au débit du gaz et permet de le connaître *à chaque instant* en valeur absolue, si l'on a fait un étalonnage convenable.

» Cette méthode, appliquée au cas du phosphore, a confirmé les résultats que j'avais obtenus antérieurement par le dispositif de Mac Clelland. Son avantage essentiel est de permettre de faire une mesure de mobilité en une seule fois, par la simple constatation d'un équilibre. On peut donc l'utiliser dans l'étude des ionisations rapidement variables, comme celles que l'on rencontre dans les gaz récemment préparés. Les résultats que j'ai obtenus seront contenus dans une prochaine Communication. »

CHIMIE PHYSIQUE. — *Poids atomique de l'azote : Analyse par pesée du protoxyde d'azote*. Note de MM. **Ph.-A. Guye** et **St. Bogdan**.

« Le poids atomique de l'azote, tel qu'il résulte des expériences de Stas (14,04 à 14,05 suivant le mode de calcul) est en désaccord avec la valeur déduite des méthodes physicochimiques (14,004) [1]. Jusqu'à présent la Commission internationale des poids atomiques n'a pas tenu compte de ces méthodes; la Table pour 1904 indique toujours la valeur Az = 14,04.

» Il nous a donc paru utile d'entreprendre de nouvelles déterminations complètement indépendantes des poids atomiques des éléments Az, Cl, K, Na, Li, C, les moindres erreurs commises sur les valeurs de ces derniers s'accumulant sur le poids atomique de l'azote.

» La méthode que nous avons choisie est générale; elle est en même temps directe, en ce sens qu'elle permet de relier le poids atomique de cet élément à celui de l'oxygène, sans passer par aucune valeur intermédiaire. Elle consiste à peser un oxyde d'azote dans un récipient fermé par un robinet étanche, à diriger ensuite cet oxyde dans un appareil fermé aussi par des robinets étanches et contenant une spirale de fil de fer, qui peut être portée à l'incandescence par un courant électrique; au contact du fer incandescent tout l'oxygène se fixe sur le fer. La pesée de l'appareil à oxyde d'azote et celle de l'appareil contenant la spirale de fer avant et après l'expérience, donnent le poids d'oxyde d'azote consommé et le poids d'oxygène qu'il contient, d'où l'on déduit le poids atomique de l'azote dans le système O = 16. Au début de nos recherches nous nous sommes proposé de peser encore l'azote sous forme d'azoture métallique, ce qui aurait

[1] Guye, *Comptes rendus*, t. CXXXVIII, 1904, p. 1213.

fourni une valeur de contrôle importante. Jusqu'à présent nous ne sommes pas parvenus à réaliser cette pesée avec une exactitude nous donnant complète satisfaction; notre intention est donc de chercher à perfectionner encore cette partie de la méthode.

» Ces expériences, particulièrement délicates, ont comporté jusqu'à présent un grand nombre d'essais préliminaires; nous les avons commencées il y a deux ans environ et nous prévoyons qu'elles seront de longue durée. Aussi croyons-nous bien faire de ne pas tarder à publier sommairement les premiers résultats précis qu'elles nous ont fournis avec le protoxyde d'azote.

» L'appareil que nous avons employé sera décrit avec tous les détails dans une publication complète, qui nous donnera aussi l'occasion de discuter les causes d'erreur de la méthode. Nous nous bornerons à indiquer seulement ici le mode de faire adopté pour la préparation et la pesée du protoxyde d'azote.

» Ce gaz a été obtenu par la décomposition, en solution aqueuse, du sulfate ou du chlorhydrate d'hydroxylamine par le nitrite de sodium (1); nous avons tout lieu de croire que ce gaz, préalablement lavé dans une dissolution de potasse et desséché sur l'acide sulfurique et l'anhydride phosphorique, est très pur.

» Pour le peser sous un petit volume, le tube dans lequel il était recueilli avait été rempli de charbon soigneusement lavé, purifié et desséché, dans lequel ce gaz se condense à froid en assez grande quantité et dont il se dégage facilement sous l'action d'une chaleur modérée. On évite ainsi les causes d'erreur provenant de la pesée si délicate des gaz dans les grands ballons de verre.

» Toutes les pesées ont été faites avec des contrepoids ayant très approximativement les mêmes volumes que les appareils, ce qui dispense de ramener au vide; l'appareil contenant la spirale de fer était toujours pesé, après y avoir fait le vide.

» La conduite d'une expérience dans des conditions parfaitement concluantes est certainement difficile à réaliser; nous en avons effectué un assez grand nombre avant de le faire d'une façon satisfaisante.

» Voici les résultats obtenus jusqu'à présent, qui nous paraissent mériter le plus de confiance :

Protoxyde d'azote.	Oxygène.	Poids atomique de l'azote.
g 1,1670	g 0,4242	g 14,009
0,9498	0,3453	14,005
0,8652	0,3145	14,008
1,2247	0,4455	13,992
1,4202	0,5159	14,023

La moyenne 14,007 ne doit pas être considérée comme définitive. Cepen-

(1) V. Meyer, *Liebig's Ann.*, t. CLXXV, p. 141.

dant, vu sa concordance, à $\frac{2}{10000}$ près, avec les données des méthodes physico-chimiques (14,004) nous en concluons que la valeur actuellement admise, pour le poids atomique de l'azote doit certainement être revisée dans un sens la rapprochant beaucoup de 14,01.

» La suite de ces recherches aura pour but d'apporter, si possible, de nouvelles données à l'appui de cette conclusion. »

CHIMIE MINÉRALE. — *Sur la décomposition sous l'action de la chaleur et du vide d'un mélange de carbonate de calcium et d'un carbonate alcalin.* Note de M. **P. Lebeau**, présentée par M. Henri Moissan.

« Nous avons montré que les carbonates alcalins pouvaient être complètement dissociés sous l'action de la chaleur et du vide en anhydride carbonique et protoxyde alcalin ([1]). Cette dissociation très sensible à 800° se produit assez rapidement, vers 1100° à 1200°, pour que l'on puisse l'utiliser pratiquement à l'étude des propriétés chimiques des protoxydes alcalins.

» A cet effet, nous avons effectué, au moyen du dispositif antérieurement décrit, la décomposition du carbonate alcalin en présence de la substance dont nous voulions étudier l'action ([2]). Pour observer les réactions qui se produisent avec les oxydes métalliques, nous avons pris tantôt les oxydes eux-mêmes, tantôt des carbonates métalliques susceptibles de nous donner facilement l'oxyde sous l'action de la chaleur. Nous ferons connaître aujourd'hui les résultats de nos observations concernant l'action des carbonates alcalins sur l'oxyde de calcium.

» Nous sommes partis de mélanges de compositions bien déterminées, de carbonate de calcium et d'un carbonate alcalin. Les proportions étaient choisies de manière à mettre en présence au moins une molécule de carbonate alcalin pour une molécule de carbonate de calcium.

» 1° *Carbonate de calcium et carbonate de cœsium.* — Le mélange initial présentait la composition correspondant à la formule $CO^3Ca, 1,3CO^3Cs^2$. On a chauffé jusqu'à 1200° en faisant le vide d'une façon continue. Après cessation de tout dégagement gazeux l'expérience a été arrêtée. Le volume gazeux recueilli était formé de gaz car-

([1]) P. Lebeau, *Comptes rendus*, t. CXXXVI, p. 1256 et t. CXXXVII, 1903, p. 1255.

([2]) Les mélanges étaient placés dans des nacelles de platine, aucun des protoxydes alcalins n'attaquant ce métal en l'absence d'oxygène et d'humidité.

bonique pur et était égal au volume théorique calculé pour les poids de carbonates employés. Le résidu est constitué par des fragments irréguliers transparents, sans action sur la lumière polarisée. Ces fragments sont de forme allongée et paraissent résulter de la décomposition de cristaux prismatiques. Leur poids est précisément égal à celui de la chaux du carbonate de calcium employé. L'analyse montre qu'ils ne renferment, en effet, que de la chaux.

» Dans un essai nous avons, avant de recueillir les gaz, relevé les tensions de dissociation de ce mélange. La décomposition commence vers 540°. Les tensions sont toujours supérieures à celles observées avec le carbonate de cœsium seul, mais n'atteignent jamais, pour une même température, celles qui ont été déterminées par le carbonate de calcium. A 1020° la tension est de 490^{mm}; celle du carbonate de chaux serait supérieure à une atmosphère.

» 2° *Carbonate de calcium et de rubidium.* — Le produit initial avait une composition exprimée par CO^3Ca, 1,6CO^3Rb^2. On a chauffé jusqu'à 1250°. Le gaz recueilli formé d'anhydride carbonique pur avait un volume égal à celui du gaz carbonique contenu dans les carbonates employés. Le résidu était transparent, sans action sur la lumière polarisée, et possédait, comme le précédent, des formes allongées, sorte de squelettes de cristaux prismatiques. Son poids correspondait au poids de la chaux du carbonate de calcium mis en expérience.

» La tension de dissociation de ce mélange devient sensible vers 670°. A 810° elle atteint 104^{mm}.

» 3° *Carbonate de calcium et carbonate de potassium.* — Le mélange des deux carbonates a été fait dans le rapport représenté par la formule CO^3Ca, 1,48CO^3K^2. La température du four s'est élevée à 1230°. Le résidu parfaitement transparent, sans action sur la lumière polarisée, est constitué par des lamelles à contour irrégulier. L'analyse de cette matière montre qu'elle est formée de chaux pure et son poids est égal à celui de la chaux du carbonate. La dissociation commence vers 740°; vers 1000°, elle est voisine de 300^{mm}.

» 4° *Carbonate de calcium et carbonate de sodium.* — Trois expériences ont été faites avec des mélanges de compositions différentes. Pour l'une d'elles la température a été maintenue à 1000° et pour les deux autres à 1250°.

Première expérience. — Composition du mélange : CO^3Ca, 1,9CO^3Na^2. . (1000°).
Deuxième expérience. — Composition du mélange : CO^3Ca, 4,6CO^3Na^2... (1250°).
Troisième expérience. — Composition du mélange : CO^3Ca, 5,8 CO^3Na^2... (1250°).

» Les résidus étaient tous identiques. Ils étaient transparents, sans action sur la lumière polarisée, lamellaires comme dans le cas du carbonate de potassium. Leurs poids étaient respectivement égaux aux poids de chaux, résultant de la décomposition des poids de carbonate de calcium employés dans les différents essais. La dissociation est sensible vers 700°. A 900° la tension est environ de 200^{mm}.

» *Conclusions.* — La décomposition, sous l'action de la chaleur et du vide, de mélanges de carbonate de calcium avec les carbonates de cœsium, de rubidium, de potassium et de sodium, peut être obtenue d'une façon complète à des températures voisines de 1000°.

» Cette décomposition se produit moins facilement que celle du carbonate de calcium seul, et dès le début de la dissociation la tension est notablement inférieure à celle de ce composé pour une même température. Ce fait serait en accord avec l'existence de carbonates doubles de calcium et de métal alcalin possédant des tensions de dissociation différentes.

» Après décomposition totale, tous les résidus sont constitués par de la chaux pure. Ces résidus sont formés de fragments transparents, sans action sur la lumière polarisée, mais à contour très irrégulier, de forme allongée dans le cas du rubidium et du cœsium, et de forme lamellaire pour le potassium et le sodium. La chaux ainsi produite possède, comme la chaux cristallisée ou fondue, obtenue au four électrique par M. Moissan, la propriété d'être beaucoup moins attaquable par les réactifs que la chaux provenant de la simple calcination du carbonate. Elle conserve longtemps dans l'eau sa transparence parfaite et ne s'hydrate superficiellement qu'après quelques heures de contact.

» Les essais que nous avons faits avec les mélanges de carbonate de calcium et de carbonate de lithium nous ont donné des résultats différents, les produits de la décomposition renfermant toujours de la lithine et de la chaux. L'étude de ces corps fera l'objet de notre prochaine Communication. »

CHIMIE MINÉRALE. — *Sur quelques sels cuivreux.* Note de M. A. Joannis.

« J'ai montré (*Comptes rendus*, t. CXXV, p. 948, et t. CXXXVI, p. 615) que l'on pouvait obtenir divers sels cuivreux en combinaison avec l'oxyde de carbone ou avec l'ammoniac. C'est ainsi que j'ai préparé le sulfate $SO^4Cu^2, 2CO, H^2O$.

» Depuis ce temps j'ai réussi à obtenir des composés analogues par une autre méthode qui n'exige plus que l'on évapore, dans une atmosphère d'oxyde de carbone, des liquides très altérables à l'air. Cette méthode consiste à dissoudre un sel d'ammonium dans du gaz ammoniac liquéfié et à faire réagir cette dissolution sur du sous-oxyde rouge de cuivre; il y a déplacement de l'ammoniac par l'oxydule de cuivre; on a, A désignant un radical acide :

$$2(A.AzH^4) + Cu^2O = A^2Cu^2 + 2AzH^3 + H^2O.$$

» L'eau et l'ammoniac ainsi mis en liberté, et l'ammoniac en excès, peuvent se combiner ou non au sel formé. Si l'on se contentait de laisser

partir l'excès d'ammoniac et si l'on analysait le produit, on trouverait un sel ammoniacal, contenant 1^{mol} d'eau, comme je l'ai vérifié par exemple avec le benzoate cuivreux, mais rien ne prouverait que le corps obtenu fût défini; il pourrait être imprégné de l'eau dégagée dans la réaction et non combinée avec lui. Pour être certain d'obtenir un composé défini, j'ai lavé chaque fois les cristaux obtenus avec de l'ammoniac liquide, à plusieurs reprises, ce qui permet d'enlever toute l'eau libre; je m'en suis assuré.

» J'ai appliqué cette méthode à divers sels minéraux et organiques. En modifiant un peu ce procédé, on peut aussi l'appliquer aux sels ammoniacaux qui sont insolubles dans l'ammoniac liquéfié.

» Dans cette Note j'étudierai le formiate et le benzoate cuivreux.

» *Formiate cuivreux.* — Le formiate cuivreux peut être obtenu de la façon suivante, en employant un appareil en verre formé de plusieurs tubes soudés ensemble et dans lesquels on envoie de l'ammoniac pur et absolument sec, obtenu comme je l'ai indiqué autrefois (*Comptes rendus,* t. CIX, p. 900). On met dans l'un des tubes un poids approximativement connu de formiate d'ammonium et, dans un autre, un poids d'oxydule rouge de cuivre, en excès (1^{mol} d'oxydule, par exemple, pour 1^{mol} de formiate d'ammonium). On envoie alors du gaz ammoniac sec sous pression, en refroidissant les deux parties où se trouvent le formiate et l'oxydule, de façon à y liquéfier de l'ammoniac. Quand ce résultat est obtenu, on laisse l'appareil se réchauffer un peu et l'on profite de l'ébullition de cet ammoniac liquéfié pour chasser tout l'air de l'appareil et, en particulier, celui que contient la poudre d'oxydule. Ce résultat obtenu, on scelle l'appareil et l'on y fait arriver de nouveau de l'ammoniac sous pression. Quand la quantité de gaz liquéfié est jugée plus que suffisante pour dissoudre tout le formiate d'ammonium, on refroidit l'appareil vers —35°, de façon à n'avoir pas d'excès de pression sensible à l'intérieur et l'on ferme à la lampe le tube de verre par où arrivait l'ammoniac. On a alors, dans un appareil entièrement clos, exempt d'air, d'une part de l'oxydule de cuivre, en suspension dans de l'ammoniac liquéfié, de l'autre une solution de formiate d'ammonium dans le même liquide. En inclinant l'appareil convenablement, on fait couler peu à peu cette solution sur l'oxydule de cuivre, ou inversement, et, de temps à autre, on refroidit pour éviter une trop forte pression. Cette opération une fois terminée, on laisse reposer l'appareil, pour permettre le dépôt de l'excès de l'oxydule de cuivre : on décante la solution dans une autre partie de l'appareil et, en refroidissant fortement (—78°), on détermine la cristallisation de la majeure partie de la matière. Si la cristallisation ne se produit pas, c'est qu'il y a trop de dissolvant, trop d'ammoniac. En laissant réchauffer l'appareil, de façon que l'ammoniac ait une tension un peu supérieure à l'atmosphère et en ouvrant le tube, on laisse partir du gaz; puis on ferme le tube à la lampe et l'on refroidit de nouveau. Lorsqu'on a réussi à faire cristalliser la matière, on décante la partie restée liquide, qui baigne les cristaux, dans une autre partie du tube. En refroidissant alors ceux-ci et réchauffant le liquide décanté, on fait distiller de l'ammoniac sur ces cristaux; on laisse ensuite la température s'élever, les cristaux se dissolvent dans l'ammoniac liquéfié et

lui abandonnent l'eau non combinée qui pouvait les imprégner. On détermine une nouvelle cristallisation par un refroidissement convenable, on décante la partie restée liquide qui entraîne la majeure partie de l'eau et l'on recommence ainsi à plusieurs reprises. Dans une autre partie de l'appareil se trouvent des tubes fermés à un bout et étranglés à l'autre; on peut, en inclinant convenablement l'appareil, faire arriver dans ces tubes le sel cuivreux dissous dans l'ammoniac liquéfié, soit aussitôt après sa formation, soit après un certain nombre de lavages à l'ammoniac. En analysant ensuite le contenu de ces tubes, on pourra vérifier que les lavages ont été suffisants, en observant que la composition est restée la même après un certain nombre de lavages. (Il suffisait en général d'en faire cinq ou six.)

» Le produit obtenu dans ces conditions répond à la formule

$$(H.COO)^2Cu^2, 4AzH^3, \tfrac{1}{2}H^2O.$$

» Le formiate cuivreux est un corps d'un bleu très pâle, qui devient d'un bleu intense au contact de l'air humide, d'un brun noir au contact de l'air sec; projeté dans un acide étendu, il donne aussitôt un précipité jaune d'oxydule de cuivre.

» *Benzoate cuivreux.* — Ce corps a été obtenu comme le précédent. Sa composition est représentée par la formule

$$(C^6H^5.COO)^2Cu^2, 5AzH^3,$$

établie en dosant le cuivre et l'ammoniac dans un échantillon, puis en déterminant le rapport du cuivre au carbone, dans un autre échantillon que l'on avait laissé exposé à l'air, en présence d'acide sulfurique : il perdait, dans ces conditions, une certaine quantité d'ammoniac et s'oxydait, mais le rapport du carbone au cuivre ne changeait pas et l'on pouvait ensuite manier plus facilement le produit, pour y doser le carbone par combustion et le cuivre par électrolyse.

» Le benzoate cuivreux est un corps cristallisé, d'un blanc bleuâtre, très altérable à l'air. »

CHIMIE MINÉRALE. — *Sur un phosphite ferrique basique.* Note de M. E. **Berger**, présentée par M. G. Lemoine.

« Le sesquioxyde de fer hydraté récemment précipité se dissout dans un excès d'acide phosphoreux. Cette solution est complètement précipitée par l'eau en excès en donnant un précipité blanc (¹). Ce précipité non lavé et

(¹) Grützner, *Arch. der Pharm.*, t. CCXXXV, p. 693.

débarrassé le mieux possible du liquide qui l'imprègne a une composition variable et intermédiaire entre celles du phosphite acide et du phosphite neutre.

» Lorsqu'on lave ce précipité à l'eau froide, il abandonne pendant très longtemps de l'acide phosphoreux et il est nécessaire de prolonger les lavages 4 ou 5 heures pour avoir un liquide neutre. Le résidu du lavage, séché d'abord sur des plaques poreuses, puis plusieurs jours dans le vide sur l'acide sulfurique, constitue une poudre blanche de composition absolument fixe. Ce sel ne perd plus d'eau dans le vide sec et à l'air il est hygroscopique.

» Le phosphore a été dosé à l'état de pyrophosphate de magnésie en oxydant d'abord par l'eau régale chaude pendant plusieurs heures, évaporant à plusieurs reprises avec l'acide nitrique pour chasser l'acide chlorhydrique et précipitant par le molybdate d'ammoniaque à la façon ordinaire. Le fer a été dosé : 1° en précipitant par l'ammoniaque en excès la liqueur filtrée du phospho-molybdate; 2° par fusion au creuset d'argent du phosphite avec un excès de carbonate alcalin. Un dosage d'hydrogène a été fait par combustion avec l'oxyde de cuivre.

» Les résultats d'analyse concordants indiquent un rapport de 6^{at} de phosphore pour 5^{at} de fer et permettent de conclure à l'une des deux formules : $(PO^3H)^3Fe^2$, $(PO^3H)^3Fe^3, 8H^2O$ phosphite ferroso-ferrique ou $(PO^3H)^6Fe^4, Fe(OH)^3, 5H^2O$ phosphite ferrique basique. Ces deux formules ne diffèrent en effet que par 3^{at} d'hydrogène sur un poids moléculaire de plus de 900. La couleur blanche du sel et l'absence d'acide phosphorique en quantité notable dans les eaux de lavage, acide qui aurait dû prendre naissance par réduction partielle du sel ferrique, rendaient la première formule peu probable. Pour décider complètement, j'ai mesuré le pouvoir réducteur total qui devrait être plus grand du quart dans la première hypothèse. Pour cela un poids donné du sel dissous dans l'acide sulfurique dilué a été oxydé par le permanganate de potasse titré suivant la méthode indiquée par Amat (1). Du chiffre trouvé on déduit l'exactitude de la seconde formule $(PO^3H)^6Fe^4, Fe(OH)^3, 5H^2O$.

» Le sel dont il s'agit est donc bien un *phosphite ferrique basique*. »

CHIMIE. — *Sur les alliages de l'aluminium avec le bismuth et le magnésium.* Note de M. **Hector Pécheux**, présentée par M. J. Violle.

« 1° *Bismuth-aluminium.* — Poursuivant mes recherches d'alliages de haute résistivité, j'ai essayé d'allier le bismuth et l'aluminium en fondant ces deux métaux ensemble au creuset de terre réfractaire : l'aluminium

(1) Amat, *Comptes rendus*, t. CXI, 1890, p. 676.

d'abord (fondant à 650°), dans lequel j'ai projeté le bismuth (fondant à 260°).

» Tous les alliages essayés au-dessous de la teneur 70 pour 100 en aluminium ont donné, au moule (en sable gras d'étuve), trois lingots superposés, séparés par liquation : au bas, un lingot hétérogène retenant du bismuth en excès; au milieu, un alliage à environ 70 pour 100 d'aluminium) au-dessus, un alliage homogène à 90 pour 100 environ d'aluminium. La teneur 70 pour 100 en aluminium me paraissant la limite inférieure de ces alliages, j'ai fait porter mes essais sur plusieurs teneurs supérieures à 70 pour 100, et j'ai obtenu quatre alliages bien homogènes : à 75 pour 100 (densité prise à 20° : 2,857); 85 pour 100 (densité : 2,79); 88 pour 100 (densité : 2,776); et 94 pour 100 (densité : 2,74). Ils sont sonores ; cassants (les deux plus riches en aluminium se plient d'abord assez bien, mais cassent ensuite); à grain homogène (rappelant celui des étain-aluminium), d'un beau blanc d'argent (surtout les 75 pour 100 et 85 pour 100); leurs points de fusion sont intermédiaires entre ceux des métaux composants, plus rapprochés de celui de l'aluminium.

» Ils sont inoxydables à l'air, sec ou humide, à la température de la coulée; ils sont attaqués vivement par les acides : azotique concentré à chaud, et azotique étendu à froid; chlorhydrique concentré ou étendu, à froid ou à chaud (l'aluminium seul est attaqué); sulfurique concentré à froid ou à chaud; sulfurique étendu, à froid ou à chaud (moins vivement) et par la potasse caustique, concentrée ou non, à froid.

» J'ai constaté le même phénomène de décomposition, à froid, de l'eau distillée, qu'avec les alliages étain-aluminium [1] : une baguette d'alliage, limée, décompose (à 18°) l'eau distillée en oxygène et hydrogène (gaz tonnant); j'attribue cette décomposition à une action thermoélectrique des deux métaux, non combinés, que le frottement de la lime échauffe inégalement (la chaleur spécifique du bismuth est $0^{cal},0308$, plus faible encore que celle de l'étain); le dégagement est plus abondant, et dure plus longtemps qu'avec les étain-aluminium (il y a une légère oxydation du bismuth). L'eau à 95° est aussi décomposée par ces alliages.

» 2° *Magnésium-aluminium*. — J'ai constaté que l'aluminium et le magnésium peuvent s'allier à partir de la teneur 65 pour 100 en aluminium. Il faut projeter et maintenir, à l'aide d'une baguette de fer, le magnésium (fondant à 450°) au milieu de l'aluminium, sa grande chaleur spécifique ($0^{cal},245$) ne lui permettant pas de fondre rapidement; une teneur en aluminium inférieure à 65 pour 100 donne, au-dessus du bain d'alliage un excès de magnésium qui passe à l'état d'éponge grisâtre, impossible à fondre.

» J'ai pu obtenir 5 alliages bien définis : à 66 pour 100 (densité à 21° : 2,244); à 68 pour 100 (densité : 2,275); à 73 pour 100 (densité : 2,324); à 77 pour 100 (densité : 2,373); et à 85 pour 100 (densité : 2,474). Ils sont tous cassants, à gros grains,

---

[1] *Comptes rendus*, n° 19, 9 mai 1904, p. 1170.

d'un beau blanc d'argent, se liment bien, et prennent un beau poli; leurs points de fusion sont plus rapprochés de celui de l'aluminium.

» La consistance vitreuse des alliages à chaud les rend difficiles à couler, j'ai cependant pu obtenir des lingots de 8^{mm} et 9^{mm} de diamètre. Comme ils s'enflamment facilement au rouge blanc, il faut jeter tout de suite du poussier de charbon sur la coulée. Si l'on coule lentement ou si on laisse refroidir la masse dans le creuset, on obtient une sorte d'éponge grisâtre que l'on ne peut plus refondre.

» Ces alliages sont inoxydables à l'air, à la température ordinaire. Ils sont attaqués très vivement par les acides : chlorhydrique concentré, à froid (production d'étincelles, indiquant un dégagement de chaleur considérable); azotique concentré, à froid; sulfurique concentré à froid. Les mêmes acides, étendus, les attaquent encore assez vivement (sauf l'acide sulfurique, pour les alliages à 85, 77 et 73 pour 100). La potasse caustique, concentrée et froide, les attaque d'autant plus vivement qu'ils sont plus riches en aluminium (ce métal est seul attaqué). L'eau oxygénée est décomposée par les cinq alliages : il y a oxydation du magnésium. Enfin, ils décomposent l'eau distillée froide (comme le magnésium), et encore mieux l'eau chaude; l'échauffement dû à la lime accélère cette décomposition. La mousse d'alliage possède les mêmes propriétés chimiques que les lingots. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Composés iodés obtenus avec la métanitraniline.* Note de M. **P. Brenans**, présentée par M. A. Haller.

« Dans des Communications antérieures [1] j'ai fait connaître deux séries de corps iodés que j'ai préparés en partant de l'*ortho* et de la *paranitraniline*. Je me propose de décrire ici les dérivés analogues obtenus avec la *métanitraniline*.

» I. Nitranilines iodées. — En versant peu à peu une solution acétique tiède de $73^g,12$ de chlorure d'iode dans une dissolution maintenue vers 80° de $20^g,7$ de *métanitraniline* dans 200^{cm^3} environ d'acide acétique, de l'acide chlorhydrique se dégage et finalement un précipité se dépose. Après avoir chauffé le mélange au bain-marie pendant 2 heures, on le verse dans l'eau bouillante. On entraîne par la vapeur d'eau une partie de l'acide acétique et l'iode qui n'a pas réagi, puis on laisse refroidir. Trois composés se forment ensemble dans la réaction.

» Pour les séparer, on dissout le produit brut dans l'alcool chaud et l'on maintient la solution à l'ébullition avec du noir animal. La liqueur filtrée dépose en refroidissant un premier corps qu'on obtient à l'état de pureté après plusieurs cristallisations dans l'alcool; c'est la *nitraniline monoiodée* $AzH^2—C^6H^2I—AzO^2$ 1.6.3 ainsi que je l'établirai plus loin.

---

[1] *Comptes rendus*, t. CXXXII, p. 831; t. CXXXIV, p. 357; t. CXXXV, p. 177; t. CXXXVI, p. 236 et 1077; t. CXXXVII, p. 1065.

» Les eaux mères distillées en partie fournissent une *nitraniline diiodée* qu'on purifie comme le corps précédent; elle possède la constitution $AzH^2 - C^6H^2I^2 - AzO^2$ 1.2.6.3 et son étude fera l'objet d'une prochaine Note.

» La solution alcoolique concentrée davantage abandonne une autre *nitraniline diiodée* qu'on obtient à l'état pur par des cristallisations dans un mélange de chloroforme et de ligroïne; c'est l'isomère $AzH^2 - C^6H^2I^2 - AzO^2$ 1.2.4.3 pour les raisons que j'indiquerai tout à l'heure.

» II. Nitraniline monoiodée $AzH^2 - C^6H^3I - AzO^2$ 1.6.3. — Cette *nitroiodoaniline* cristallise en aiguilles jaunes, fusibles à 160°,5 (corr.), solubles surtout à chaud dans les solvants organiques usuels, la ligroïne exceptée.

» J'ai établi sa constitution ci-dessus en la transformant en *nitrobenzène iodé* $AzO^2 - C^6H^4 - I$ 1.4. Pour cela, on dissout 5^g de cette base dans 15^{cm^3} d'acide sulfurique et l'on ajoute à la solution refroidie vers 0°, en agitant, $1^g,85$ de nitrite de soude par portions de $0^g,15$. La diazotation effectuée, on verse le mélange dans 80^{cm^3} d'alcool absolu bouillant. Après la fin de la réaction, on distille une partie de la liqueur et l'on verse le résidu dans l'eau. Le précipité obtenu est dissous dans l'alcool chaud et la solution maintenue bouillante avec du noir animal. La liqueur filtrée dépose un corps formé d'aiguilles fusibles à 171°,5 et possédant la composition d'un *nitrobenzène monoiodé*.

» J'ai comparé ce composé à l'isomère $AzO^2 - C^6H^4 - I$ 1.4 que j'ai préparé en substituant l'iode au groupe AzH^2 dans la *paranitraniline* $AzH^2 - C^6H^4 - AzO^2$ 1.4 et j'ai constaté que les corps des deux origines sont identiques.

» III. Nitraniline diiodée $AzH^2 - C^6H^2I^2 - AzO^2$ 1.2.4.3. — Gros prismes, jaunes, fusibles à 125° (corr.), très solubles dans les solvants, sauf la ligroïne.

» J'ai établi la constitution de cet isomère en opérant les transformations suivantes ce corps a été changé en un *nitrobenzène diiodé* $AzO^2 - C^6H^3 = I^2$ 1.2.6. La réduction de ce *nitrodiiodobenzène* m'a fourni l'*aniline diiodée* $AzH^2 - C^6H^3 = I^2$ 1.2.6, puis cette base a été transformée en *phénol diiodé* $OH - C^6H^3 = I^2$ 1.2.6 que j'ai décrit antérieurement (*loc. cit.*). La constitution de ce *diiodophénol* fixe donc celle des corps nouveaux précédents.

» Pour changer cette *nitraniline diiodée* en *nitrobenzène diiodé*, on ajoute à une solution refroidie de 10^g de ce corps dans 120^g d'alcool absolu, additionnée de 10^g d'acide sulfurique, un excès de nitrite d'amyle; du sulfate diazoïque se sépare. Après un contact de 48 heures, on porte peu à peu le mélange à l'ébullition; vers 50°, de l'azote se dégage et le dépôt se dissout. La réaction terminée, on distille une partie de l'alcool et l'on verse le résidu dans l'eau. On dissout dans l'alcool le précipité obtenu et l'on fait bouillir la solution avec du noir animal. La liqueur filtrée abandonne un corps cristallisé en aiguilles incolores. On l'obtient pur en le faisant recristalliser dans un mélange de chloroforme et de ligroïne. Il a la composition d'un *nitrobenzène diiodé*.

» Il est en aiguilles ou en gros prismes, fusibles à 114° (corr.), solubles dans les solvants usuels, la ligroïne exceptée; c'est l'isomère $AzO^2 - C^6H^3 = I^2$ 1.2.6.

» Ce *nitrobenzène diiodé* a été transformé en *aniline diiodée* au moyen de l'oxyde ferreux. Une solution de 25g de sulfate ferreux dans 100^{cm^3} d'eau a été additionnée de 6g,75 du dérivé nitré, puis d'un excès d'ammoniaque et le mélange a été maintenu au bain-marie 12 heures. Après refroidissement, le précipité recueilli et desséché a été traité par l'éther. La solution éthérée saturée d'acide chlorhydrique a laissé déposer le chlorhydrate de diiodoaniline et ce sel séparé de la liqueur a été décomposé par l'ammoniaque. La base mise en liberté a été reprise avec l'éther et le résidu de la distillation de ce solvant purifié par des cristallisations dans l'alcool.

» *La base diiodée* ainsi obtenue est en aiguilles incolores, fusibles à 122° (corr.), solubles dans les dissolvants organiques; c'est l'isomère

$$AzH^2 - C^6H^3 = I^2\ 1.2.6.$$

» L'*amide acétique secondaire* $(CH^3CO)^2 = Az - C^6H^3 = I^2$ 1.2.6 cristallise en aiguilles incolores, fusibles à 147° (corr.).

» Pour changer l'*aniline diiodée* précédente en *phénol diiodé*, on dissout 5g de cette base dans 35^{cm^3} d'acide sulfurique et l'on verse la solution dans 150^{cm^3} d'eau glacée. On ajoute au mélange refroidi vers 0°, en agitant, une dissolution de 1g,10 de nitrite de soude dans 20^{cm^3} d'eau. La diazotation terminée, on transvase la liqueur dans un ballon et on la porte peu à peu à l'ébullition. A ce moment on traite le mélange par la vapeur d'eau; le *phénol diiodé* formé distille en aiguilles incolores, fusibles à 68°.

» Ce corps est identique par ses propriétés au *diiodophénol*

$$OH - C^6H^2I^3\ 1.2.6$$

découvert par Schaal [1] et dont j'ai établi (*loc. cit.*) la constitution d'une façon certaine.

» *Son éther acétique* $C^2H^3O^2 - C^6H^3 = I^2$ 1.2.6 cristallise en prismes, fusibles à 107°; il est identique à l'*éther acétique du diiodophénol* de Schaal. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur un produit d'altération spontanée de l'éther oxalacétique.* Note de M. **L.-J. Simon**, présentée par M. H. Moissan.

« I. L'éther oxalacétique $CO^2C^2H^5 - CH^2 - CO - CO^2C^2H^5$ conservé depuis quelque temps présente la réaction suivante :

» Un échantillon dissous ou mis au contact d'une solution alcaline lui communique

(1) *Deutsch. chem. Gesell.*, t. XVI, p. 1899.

à froid une coloration violette. Cette coloration met un certain temps à se développer, persiste, puis disparaît peu à peu. Il faut éviter d'employer un excès d'alcali et de chauffer à l'ébullition. La même observation peut être faite plus commodément avec les sels alcalins d'acides faibles. *Avec ceux-ci la coloration peut s'obtenir immédiatement en portant à l'ébullition, sans craindre au même degré l'excès du réactif employé :* la réaction est extrêmement sûre avec le borate ou le formiate de sodium. On peut utiliser les sels à acides faibles de toutes les bases fortes; les sels ammoniacaux se prêtent également à la réaction; mais l'ammoniaque fait disparaître la coloration; celle-ci reparaît par acidification. Un grand excès d'acide la fait disparaître également.

» 1° Cette réaction n'appartient pas à l'éther oxalacétique pur régénéré de sa combinaison cuprique.

» 2° Elle n'appartient pas au produit fraîchement préparé, ni même à un produit moins volatil qui l'accompagne généralement dans sa préparation habituelle.

» 3° Elle est due à un produit d'altération spontanée, car elle se produit au bout d'un certain temps avec les échantillons précédents qui s'étaient d'abord comportés négativement à ce propos.

» II. Je me suis alors proposé d'isoler le produit d'altération auquel est due la coloration caractéristique.

» La distillation sous pression réduite d'un produit commercial m'a fourni régulièrement un rendement de 60 pour 100 environ d'éther oxalacétique pur et un résidu. Celui-ci fournit après fractionnement un liquide huileux passant vers 210°-215° et ne se présentant pas comme un corps pur. L'analyse a donné pour sa composition centésimale (C, 52,41-53,07; H, 6,38-6,65) et la grandeur moléculaire fournie par la cryoscopie dans l'acide acétique a été de 273. Ces résultats correspondraient à l'élimination de 1^{mol} d'eau entre 2^{mol} d'éther oxalacétique.

» Le composé chromogène qui ne doit exister qu'accessoirement dans ce liquide s'obtient, au contraire, très facilement de la manière suivante :

» L'éther oxalacétique est chauffé au bain-marie avec du chlorure de zinc anhydre. Celui-ci se dissout peu à peu; au bout de quelques heures on refroidit le liquide et on le dilue avec de l'éther dans lequel il se dissout complètement. On élimine le chlorure de zinc par des lavages à l'eau. La solution éthérée est séchée avec du sulfate de sodium et distillée sous pression réduite, ce qui ne réussit pas à coup sûr, le produit étant facilement décomposable au voisinage de la température à laquelle il distille sous la pression réduite des trompes à eau.

» Ce produit, assez sirupeux, n'a pu être amené à cristalliser; il ne renferme cependant pas une quantité appréciable d'éther oxalacétique comme le montrent ses réactions. Il ne donne pas de phénylhydrazone ni de combinaison cuprique caractéristiques. L'acide chlorhydrique concentré

et froid le dissout peu à peu mais le cède inaltéré lorsqu'on étend d'eau; il en est de même de l'acide sulfurique concentré et froid. Chauffé avec de l'acide sulfurique au dixième il ne donne pas trace d'acide pyruvique tandis que cette réaction est caractéristique pour l'éther oxalacétique.

» Par contre il a conservé de l'éther oxalacétique la propriété de colorer en rouge le perchlorure de fer alcoolique et d'être acide vis-à-vis de la phtaléine de phénol sans cependant qu'on puisse le titrer exactement en présence de cet indicateur au moyen d'une liqueur alcaline.

» C'est bien ce corps qui provoque la coloration dont il a été question au début; avec les alcalis il donne peu à peu une coloration rouge qui se violace peu à peu, sans doute par l'action de l'anhydride carbonique de l'air. Les acides provoquent, en effet, un virage de la teinte vers le bleu; c'est ce qui se produit de soi-même en présence d'éther oxalacétique qui se dédouble par les alcalis en acide acétique et acide oxalique. Cette réaction est très sensible; elle est manifeste avec quelques gouttes d'une solution alcoolique à 4 pour 1000, de l'éther polymérisé artificiellement.

» Les données analytiques et cryoscopiques m'ont conduit à considérer ce produit, non comme un terme de polymérisation de l'éther oxalacétique mais comme le résultat de l'élimination de 1^{mol} d'alcool entre 2^{mol} d'éther oxalacétique ayant la constitution suivante :

$$\begin{array}{l} CO^2C^2H^5 - \underset{|}{CH} - CO - CO^2C^2H^5 \\ \qquad\qquad\quad CO - CO - CH^2 - CO^2C^2H^5 \end{array}$$

» III. Quant au corps coloré lui-même, qui résulte de l'action sur ce dernier des agents alcalins, j'ai fait, sans grand succès, quelques tentatives pour l'isoler.

» On abandonne pendant plusieurs jours la substance précédente au contact d'alcali dilué; la série de colorations se produit comme il a été dit. On acidifie alors jusqu'à atténuer fortement la coloration, ce qui exige un très grand excès d'acide. On extrait ensuite à l'éther qui s'empare d'une partie de la substance active. Cet extrait éthéré est très peu coloré mais se colore fortement en bleu violacé au contact de l'eau. Par évaporation de l'éther, il reste une substance huileuse qui se colore en bleu non seulement au contact des agents alcalins mais même simplement de l'eau ou de l'alcool. Je n'ai pu réussir à isoler cette substance à un état de pureté suffisant pour l'analyser. On la rencontre encore en soumettant au même traitement l'éther oxalacétique conservé depuis quelque temps; dans ce cas, elle est accompagnée d'un corps cristallisable qui n'est autre que l'éther oxalacétique acide $CO^2C^2H^5—CH^2—CO—CO^2H$ provenant de l'action de l'alcali dilué sur l'éther oxalacétique.

» Si l'on admet la formule indiquée plus haut pour le produit d'altéra-

tion de l'éther oxalacétique, on est conduit à considérer la substance actuelle comme provenant de la répétition de la même réaction et, par suite, comme pouvant être une dioxyquinone substituée

$$\begin{array}{l} CO^2C^2H^5 - CH - CO - CO \\ \qquad\qquad\quad | \qquad\qquad\quad | \\ \qquad\qquad\quad CO - CO - CH - CO^2C^2H^5 \end{array}$$

ou

$$\begin{array}{l} CO^2C^2H^5 - C = C(OH) - CO \\ \qquad\qquad\quad | \qquad\qquad\qquad | \\ \qquad\qquad\quad CO - C(OH) = C - CO^2C^2H^5 \end{array}$$

Cette manière de voir serait d'accord avec les propriétés que l'on connaît de ce groupe de composés.

» *En résumé :* l'éther oxalacétique subit spontanément une altération qui se manifeste par la coloration violette qu'il prend au contact des agents alcalins; cette altération peut être rendue immédiate et servir à le caractériser; elle est vraisemblablement due à un dérivé dioxyquinonique. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Les sels polyacides des rosanilines.* Note de M. **Jules Schmidlin.**

« Il y a dix ans que la constitution des sels des rosanilines a donné lieu à de longues discussions à propos de deux formules données par MM. E. et O. Fischer et par M. Rosenstiehl. Les fuchsines sont-elles des éthers du triamidotriphénylcarbinol ou faut-il admettre qu'un des trois groupes amidés joue un rôle différent des autres en formant un groupe imidé qui est lié à la fois au phényle et au méthane? Telle était la question. La seconde interprétation donnée par MM. Fischer met ces sels sur la même ligne que les quinones. M. Nietzki a apporté une modification à cette formule conformément aux conceptions modernes qui considèrent les quinones comme des dicétones:

$(AzH^2.C^6H^4)^3.C.Cl.$	$(AzH^2.C^6H^4)^2.C:C^6H^4:AzH.HCl.$
Formule proposée par M. Rosenstiehl.	Formule proposée par MM. Fischer-Nietzki.

» La formule considérant les fuchsines comme des éthers chlorhydriques repose sur les données expérimentales suivantes: ni la base imidée anhydre, ni son trichlorhydrate n'existent; le seul polychlorhydrate qui est en même temps la limite de saturation par l'acide chlorhydrique, est le tétrachlorhydrate.

» Quoique la formule quinonique soit aujourd'hui la plus répandue, ce sont précisément ses partisans qui s'efforcent par de nombreux travaux tout récents de jeter plus

de lumière sur ces dérivés en visant en même temps le but plus général de trouver la vraie cause de la coloration. C'est surtout cette base imidée anhydre, qui est restée hypothétique jusqu'ici, qu'on a tenté d'isoler, et MM. Baeyer et Villiger viennent d'annoncer un polymère de ce corps à l'état cristallisé.

» Mes propres recherches ont eu pour but surtout d'établir quelles sont les sels polyacides des rosanilines. J'indiquerai brièvement les résultats et je renvoie pour tous les renseignements précis au Mémoire détaillé.

» A.-W. Hofmann admettait déjà l'existence de sels triacides, mais d'une façon incertaine et sans appui analytique suffisant, ce qui a conduit M. Rosenstiehl à mettre en doute l'existence de sels triacides et à admettre que le seul polychlorhydrate soit le tétrachlorhydrate. M. Hautzsch a décrit le premier représentant de la série triacide sous forme d'un tribromhydrate de l'hexaméthylpararosaniline. Cependant l'instabilité de ce bromhydrate n'a pas fourni des résultats analytiques bien concluants, ainsi l'analyse fournissait 1 pour 100 du brome de trop et, 10 jours après, on trouvait déjà 3 pour 100 de moins qu'exige la formule.

» Les chlorhydrates que j'ai obtenus présentent une grande stabilité et leur préparation se base sur le fait que les corps bruns décrits par Hofmann retiennent de l'acide à l'état de dissolution, ce que j'expliquerai plus tard. Il suffit de placer ces corps pendant un mois dans le vide en présence de la potasse pour enlever complètement cet excès d'acide; la masse cristallisée brune devient complètement noire et inodore.

	Pour 100 de chlore.		Pour 100 de chlore.
Trichlorhydrate de rosaniline : cristaux noirs..........	25,35	au lieu de	25,94
Trichlorhydrate de pararosaniline (1) *:* cristaux noirs...	26,78	»	26,86
Trichlorhydrate de pararosaniline hexaméthylée : préparée à voie sèche, poudre noire violacée.............	21,91	»	22,16

» Je ferai constater que dans presque tous les Traités de Chimie le phénomène de décoloration que subissent des solutions des sels monoacides des rosanilines est attribué à la formation des sels di- et triacides. Ainsi, on admet pour le violet cristallisé l'existence d'un sel diacide de couleur verte et d'un sel triacide de couleur rouge. Cette hypothèse est inexacte, car tous ces sels que j'ai préparés se dissolvent dans l'eau et l'alcool avec la même couleur que les sels monoacides et *les propriétés colorantes ne se trouvent point diminuées par la saturation de toutes les fonctions basiques existantes dans la molécule.* Je vais au-devant d'une objection qui pourrait invoquer une dissociation en constatant que la solution dans l'alcool absolu dépose les cristaux inaltérés du trichlorhydrate.

» *Polychlorhydrates de pararosaniline* (1). — La façon dont M. Rosenstiehl a obtenu

(1) Toutes ces expériences furent faites avec de la pararosaniline synthétique pure

un tétrachlorhydrate en saturant d'abord la fuchsine par le gaz chlorhydrique et en faisant enlever l'excès d'acide par un courant d'air sec ne prouve pas que nous ayons ici des composés bien définis, car j'ai constaté que la quantité d'acide qui est enlevée par le courant d'air va en diminuant dans une très forte proportion, mais ne s'arrête point au tétrachlorhydrate, corps qui dégage encore du gaz chlorhydrique à l'air. Quant à la saturation dans les conditions de température et pression atmosphérique ordinaires, on obtient toujours un corps rouge qui dépasse la composition d'un pentachlorhydrate. Mais dès que l'on abaisse la température, le produit rouge absorbe encore beaucoup du gaz chlorhydrique et devient orangé et à —70° la couleur devient d'un jaune de paille; la quantité fixée répond à un intermédiaire entre un hexa- et un heptachlorhydrate. Cette décoloration devient complète à très basse température. En effet, si l'on plonge un tube, chargé de pentachlorhydrate rouge et qui est en communication avec un appareil producteur du gaz chlorhydrique, dans l'air liquide, on observe une absorption du gaz extrêmement rapide, la substance rouge pâlit immédiatement et devient parfaitement blanche.

» Dans une Note suivante je donnerai l'explication de ces phénomènes, qui déterminent la dégradation de la couleur. »

CHIMIE VÉGÉTALE. — *Sur les variations que présente la composition des graines pendant leur maturation.* Note de M. G. ANDRÉ.

« La graine, pendant sa maturation, subit des modifications graduelles qui portent sur sa teneur en eau et sur la nature et les proportions des substances salines, azotées et hydrocarbonées qu'elle renferme.

» I. J'ai suivi quelques-unes de ces modifications sur des graines volumineuses (lupin blanc, haricot d'Espagne, maïs), depuis le moment où leur récolte commence à être praticable ([1]) jusqu'à celui où elles peuvent être considérées comme étant arrivées à peu près à maturité : ce qu'il est d'ailleurs facile d'apprécier, car leur composition, rapportée à 100 parties de matière sèche, se rapproche beaucoup de celle des graines ayant donné naissance aux plantes de l'expérience.

» On peut dire, en principe, que la maturation d'une graine est caractérisée entre autres choses par la transformation progressive des hydrates de carbone solubles dans l'eau, très abondants chez elle au début, en hydrates

---

que les établissements Farbwerke vorm. Meister Lucius u. Bruning, à Hoechst, ont mise gracieusement à ma disposition.

([1]) A la première prise d'essai, 100 graines sèches pesaient : lupin = $1^g,50$, haricot = $2^g,87$, maïs = $1^g,67$.

de carbone insolubles, saccharifiables par les acides étendus. C'est ce qui arrive, du reste, chez tous les organes d'une plante à mesure que ces organes avancent en âge et, dans le cas de la graine, c'est l'inverse de ce qui se produit pendant la germination.

» L'azote total, rapporté à 100 unités sèches, augmente évidemment pendant toute la période de la maturation, mais sa proportion centésimale est plus élevée chez les graines très jeunes que chez celles qui approchent de leur maturité. En ce qui concerne le haricot d'Espagne et le maïs, cette proportion de l'azote est plus faible d'un tiers chez la graine voisine de sa maturité que chez la graine très jeune. Le lupin ne m'a pas fourni de différences sensibles à cet égard : la teneur centésimale en azote des graines les plus jeunes que j'ai examinées était voisine de celle des graines mûres, avec un minimum entre les deux époques. La proportion centésimale des cendres totales est plus élevée chez la graine très jeune que chez celle qui approche de la maturité et dans des limites variables avec la nature de la graine elle-même. L'écart est de $\frac{75}{100}$ pour le lupin, de $\frac{61}{100}$ pour le haricot, de $\frac{48}{100}$ pour le maïs.

» II. Il est utile d'examiner parallèlement la composition des graines et celle des gousses qui les renferment ou des axes sur lesquels elles sont implantées.

» Aussi, ai-je d'abord comparé à cet effet les variations successives de la teneur en eau des gousses ou des axes avec celle des graines. Chez le lupin, la teneur centésimale en eau des gousses reste toujours très élevée. Entre la première et la dernière expérience (4 juillet, 22 août 1903), cette teneur a oscillé entre 87 et 90 pour 100 du poids de la matière totale; chez le haricot, entre le 19 août et le 2 octobre, elle oscille entre 91 et 83 pour 100, puis elle s'abaisse beaucoup et atteint 63,94 pour 100 le 16 octobre. Les axes du maïs subissent au contraire une déshydratation graduelle : leur teneur en eau est de 85,33 le 1er septembre et de 67,44 le 26 octobre.

» Quant à la proportion de l'eau contenue dans les graines, elle va sans cesse en diminuant. On sait d'ailleurs qu'une graine réputée mûre possède encore une dose d'eau très élevée au moment de sa récolte : la déshydratation continue ultérieurement jusqu'à un certain terme (8 à 15 pour 100), lequel demeure à peu près fixe pendant longtemps, ses oscillations dépendant, entre autres facteurs, de l'état hygrométrique de l'atmosphère.

» Chez les graines de lupin et de haricot, la proportion centésimale de l'eau est toujours moins élevée que celle des gousses. Chez la graine de maïs, l'écart entre la teneur en eau de la graine et celle de l'axe est faible au début, puis la graine se déshydrate plus vite que l'axe.

» Le rapport $\frac{\text{eau des gousses (ou axes)}}{\text{eau des graines}}$ est le suivant chez les trois espèces exa-

minées à différentes périodes :

	1. 4 VII 1903.	2. 11 VII.	3. 17 VII.	4. 23 VII.	5. 30 VII.	6. 10 VIII.	7. 22 VIII.
Lupin.........	1,03	1,02	1,05	1,11	1,16	1,24	1,33
	19 VIII 1903.	27 VIII.	4 IX.	11 IX.	21 IX.	2 X.	16 X.
Haricot........	1,08	1,17	1,20	1,21	1,30	1,40	1,50
	1 IX 1903.	8 IX.	17 IX.	28 IX.	10 X.	26 X.	
Maïs.........	0,95	0,94	0,95	1,10	1,28	1,77	

» On voit, d'après ces chiffres, que, pendant la première période de la maturation, les quantités d'eau contenues dans les gousses ou axes et les graines sont très voisines; les écarts s'accentuent pendant la seconde période.

» III. A ces différences entre l'hydratation de la gousse et de la graine, dans la deuxième période, correspond un mouvement de migration très marqué chez la graine. En effet, tandis que le poids de la matière sèche de 100 gousses de lupin, maximum à la quatrième prise d'échantillon (104^g,26) diminue de la quatrième à la sixième de 5^g,12 en 18 jours, soit 0^g,285 par jour (perte due à la respiration et au départ de matières organiques et minérales), pendant le même temps le poids de la matière sèche des graines qui y sont contenues augmente de 47^g,27, soit 2^g,626 par jour. Donc la graine n'a dû bénéficier que d'une quantité assez faible des matières nutritives qui ont abandonné la gousse. Mais entre la sixième et la septième prise, la perte de matière sèche de 100 gousses est devenue considérable, soit 28^g,94 en 12 jours ou 2^g,41 par jour. L'augmentation correspondante de la matière sèche des graines a été faible : 3^g,25 ou 0^g,27 par jour.

» Il en est de même chez le haricot d'Espagne. Le poids de la matière sèche de 100 gousses est maximum à la cinquième prise (116^g,39), la diminution du poids de cette matière, de la cinquième à la septième prise est de 12^g,90 pour 25 jours, soit 0^g,516 par jour, et l'augmentation correspondante des graines qui y sont contenues est de 141^g,25, soit 5^g,650 par jour. L'augmentation de poids des graines est donc, chez ces deux plantes, dix fois plus considérable que la perte de poids des gousses, en 18 jours dans un cas, en 25 dans l'autre.

» J'étudierai prochainement les variations de la matière minérale chez les gousses et les graines. »

CHIMIE VÉGÉTALE. — *Distribution de quelques substances organiques dans la fleur d'oranger.* Note de MM. **Eug. Charabot** et **G. Laloue**, présentée par M. Haller.

« En vue de pousser plus loin nos recherches sur la formation et la distribution des substances odorantes dans les plantes, nous avons effectué sur la fleur d'oranger (*Citrus bigaradia*) une étude analogue à celles dont les résultats ont été publiés précédemment.

» Nous avons examiné comparativement des boutons floraux et des fleurs épanouies provenant des mêmes arbres. Au début de la floraison (9 mai 1903) nous avons, dans un même lot, fait séparer soigneusement les boutons d'avec les fleurs épanouies. A la fin de la récolte (5 juin) nous avons fait une nouvelle étude identique à la précédente en vue du contrôle des résultats. Avec les fleurs épanouies, les expériences ont porté chaque fois sur 50^{kg} de matière végétale et les pétales ont été soigneusement séparés des autres pièces florales. Pour réaliser rapidement cette séparation, de façon à éviter tout échange sensible de produits odorants entre les divers organes postérieurement à la cueillette, nous avons eu recours à un nombre assez considérable d'ouvriers. Dans ces conditions, l'opération n'a jamais duré plus de trois heures.

» *Eau et matière sèche.* — La fleur s'enrichit en eau pendant son épanouissement. Les pétales sont plus hydratés que l'ensemble des autres organes floraux, et la fleur tout entière est sensiblement plus riche en eau que la feuille et que la tige.

» *Acidité volatile.* — En valeur absolue, l'acidité volatile augmente dans une fleur pendant l'épanouissement de celle-ci ; elle est répartie en quantités à peu près égales entre les pétales et l'ensemble des autres pièces florales.

» L'acidité volatile rapportée à 100 parties de substance diminue dans la matière fraîche et dans la matière sèche pendant le développement de la fleur. Elle est plus grande dans la matière sèche des pétales que dans celle de l'ensemble des autres parties de la fleur.

» *Composés odorants.* — L'extraction des composés odorants a été effectuée par distillation, séparation de l'essence qui se décante spontanément des eaux recueillies et épuisement de ces eaux au moyen de l'éther de pétrole.

» En faisant la moyenne des résultats fournis par deux séries d'opérations, nous sommes arrivés aux nombres suivants:

		Proportion d'huile essentielle contenue dans 100 parties de matière		Poids d'essence correspondant à une fleur.
		fraîche.	sèche.	mg
Bouton floral		0,0726	0,341	0,178
Fleur épanouie	Pétales	0,0997	0,697	0,308
	Organes floraux autres que les pétales	0,0626	0,282	0,245
	Fleur entière	0,0788	0,428	0,553

» On voit que *les pétales renferment la majeure partie de l'huile essentielle de la fleur d'oranger; ils en contiennent également la plus grande proportion centésimale.*

» *Pendant la floraison, le poids d'huile essentielle augmente sensiblement dans une fleur; sa proportion augmente dans la matière fraîche et surtout dans la matière sèche.* Il résulte de ce dernier point que, contrairement à ce qui se passe dans la feuille et dans la tige, *la formation ou l'accumulation des produits odorants dans la fleur est plus active lorsque l'organe est en plein développement qu'à un stade antérieur.*

» L'analyse des huiles essentielles extraites des diverses parties de la fleur aux deux âges considérés nous a fourni des résultats dont se dégagent les conclusions suivantes :

» Pendant le développement de la fleur, l'huile essentielle s'enrichit en éthers d'alcools terpéniques, en anthranilate de méthyle et en alcool total. Le rapport entre la quantité d'alcool combiné et celle d'alcool total s'accroît; en d'autres termes, *l'éthérification se continue dans la fleur, mais d'une façon lente;* elle y est notablement moins complète que dans la feuille et dans la tige.

» La proportion de géraniol augmente dans l'huile essentielle et celle de linalol diminue, si bien que le mélange alcoolique s'enrichit en géraniol.

» Entre l'huile essentielle extraite des pétales et celle provenant des autres organes floraux, on n'observe pas, après l'épanouissement des fleurs, de différences de composition bien sensibles; toutefois, *la première est un peu plus riche en anthranilate de méthyle que la seconde.* »

CHIMIE PHYSIOLOGIQUE. — *Sur la zymase et la fermentation alcoolique.* Note de M. P. Mazé, présentée par M. Roux.

« Dans le cours de mes recherches sur la nutrition hydrocarbonée des végétaux et des microbes, j'ai été conduit à déterminer le rôle de la zymase dans l'assimilation du sucre et la place qu'elle tient parmi les diastases digestives déjà connues [1]. Ce sont ces idées nouvelles sur la fermentation que je me propose de résumer dans cette Communication. J'envisagerai ensuite le mécanisme de l'action de la zymase sur la molécule de sucre.

---

(1) *Comptes rendus,* t. CXXVIII, p. 1608; t. CXXX, p. 424; t. CXXXIV, p. 191 et 240; t. CXXXV, p. 113 et *Annales de l'Inst. Past.,* 1900, p. 350; mars 1902, mai 1902, juin 1902, mai 1904.

» La production de la zymase, subordonnée à des conditions de vie particulières, se présentait jusqu'ici comme une fonction limitée à un nombre plus ou moins grand de cellules vivantes et semblait constituer, dans la plupart des cas, une sorte d'anomalie.

» J'ai montré que le dédoublement du sucre en alcool et CO^2 est un phénomène très général chez les cellules vivantes placées dans des conditions de vie normale. La zymase est une diastase de la vie aérobie et son action sur le sucre doit être considérée comme un phénomène de digestion.

» Tous les végétaux ne se prêtent pas à cette démonstration; c'est le pois qui m'a fourni les meilleurs résultats parmi les végétaux supérieurs. Les moisissures sont plus avantageuses; elles régénèrent beaucoup de zymase lorsqu'on les prive d'air et se montrent, le plus souvent, capables d'assimiler l'alcool formé si on leur rend l'oxygène dont on les avait temporairement privées.

» En particulier, l'*Eurotiopsis Gayoni* permet de suivre pas à pas les conditions de formation et de destruction de la zymase, même par la méthode de l'isolement direct de la diastase. J'ai réussi à établir de cette manière que la zymase se forme exclusivement au contact de l'air chez les cellules strictement aérobies. La richesse en zymase diminue avec l'âge de la cellule et disparaît bientôt complètement.

» Sa formation à l'abri de l'air, chez les végétaux qui en semblaient dépourvus, doit être considérée, non pas comme le résultat d'une production effective, mais comme une régénération plus ou moins lente et toujours partielle de la diastase qui était altérée ou qui avait simplement perdu son activité.

» La fermentation alcoolique en l'absence d'oxygène si souvent observée dans les végétaux et les tissus animaux, qui se présentait comme un phénomène isolé et anormal, doit donc être regardée comme la continuation d'une action diastasique qui a son origine dans la vie normale.

» Mais les cellules végétales et animales sont, le plus souvent, très pauvres en zymase, parce que cette diastase se détruit dès qu'elle a agi, probablement sous l'influence des phénomènes d'oxydation.

» J'ai cherché vainement à l'isoler des végétaux supérieurs en m'adressant à des graines ou à des plantules.

» M. Stoklasa et ses collaborateurs prétendent l'avoir retirée des cellules végétales et animales ([1]).

» J'ai répété leurs expériences en me conformant minutieusement aux indications qu'ils donnent; mais je ne puis attribuer les résultats que j'ai obtenus qu'aux fermen-

([1]) *Berichte d. d. chem. Ges.*, t. XXXVI, n° 3, n° 16. — *Central. für Phys.*, t. XVI, n° 23, n° 25; t. XVII, n° 1, n° 8, n° 17. — *Cinquième Congrès de Chim. appl.*, Berlin, juin 1903. — *Deut. med. Wochen.*, 1904, n° 6. — *Arch. f. d. ges. Phys.*, t. CI, p. 311.

tations microbiennes. Cependant, si les méthodes mises en œuvre ne sont pas assez délicates pour permettre d'isoler cette diastase des cellules qui en renferment peu, il ne faut pas en conclure qu'elle n'y existe pas.

» En résumé, la zymase est certainement très répandue dans les cellules vivantes, au contact de l'air ou à l'abri de l'oxygène, suivant qu'elles sont aérobies ou anaérobies. Mais elle s'accumule de préférence en l'absence d'oxygène, et l'exemple de la levure, à laquelle il faut toujours revenir lorsqu'on aborde l'étude de la fermentation, en est une preuve frappante.

» Les conclusions précédentes s'appliquent à la levure aérobie; mais la levure se développe également à l'abri de l'air et c'est ce qui la distingue des moisissures et des autres végétaux strictement aérobies. Lorsqu'elle se multiplie en l'absence d'oxygène, elle produit de la zymase qui s'accumule dans ces conditions. J'ai montré que la prolifération de la levure, en vie anaérobie, est rendue possible par la mise en œuvre d'un processus de digestion du sucre particulier à ce mode de vie. C'est son dédoublement en trois molécules d'acide acétique (1). MM. Buchner et Meisenheimer ont obtenu directement ce produit par l'action du suc de levure sur les sucres; mais ils n'en ont pas indiqué le rôle physiologique (2).

» A la faveur de ce processus, elle devient capable d'assimiler en même temps l'alcool sans faire intervenir l'oxygène de l'air. La fermentation alcoolique se présente donc encore dans la levure anaérobie comme un acte de digestion du sucre. Mais la zymase une fois formée continue d'agir indépendamment de la levure, qui cesse de se multiplier au bout de quelques jours ou, quelquefois, au bout de quelques heures. L'énergie rendue disponible par le dédoublement du sucre en alcool et CO^2 s'ajoute à celle qui résulte de l'autophagie de la levure et se traduit par une élévation rapide de la température des cuves en fermentation.

» Considérée dans son mécanisme, l'action de la zymase sur la molécule de sucre est complexe. La formation de deux fonctions acide et de deux fonctions alcool laisse supposer que l'acide lactique est un produit intermédiaire entre le sucre et l'alcool. L'acide lactique doit donc se dédoubler aussi en alcool et CO^2. Ce fait a été observé par Fitz bien avant la découverte de Buchner. Je l'ai constaté également dans l'action de l'*Eurotiopsis* sur l'acide lactique, et j'ai considéré depuis la zymase comme étant formée par la réunion de deux diastases, l'une qui transforme le sucre en acide lactique, l'autre qui dédouble ce dernier en alcool et CO^2 (3).

» Chez la levure, les actions des deux diastases se font équilibre, de sorte que l'acide lactique n'apparaît jamais à l'état libre. Mais lorsqu'on prépare le suc de levure par le procédé Buchner, les causes de destruc-

(1) *Annales de l'Institut Pasteur*, mai 1904.

(2) *Ber. d. d. chem. Ges.*, t. XXXVII, p. 417.

(3) *Comptes rendus*, t. CXXXIV, p. 240; *Annales de l'Institut Pasteur*, juin 1902, p. 446.

tion de ces zymases peuvent les affecter inégalement. Si l'on fait agir le suc de levure sur le sucre, on doit donc observer une production irrégulière d'acide lactique.

» Les observations récentes de MM. Buchner et Meisenheimer confirment cette conclusion et ces auteurs admettent aussi que l'acide lactique est un produit intermédiaire entre les hexoses fermentescibles et l'alcool. »

ZOOLOGIE. — *Sur le* Mitsukurina Owstoni *Jordan*. Note de M. **Léon Vaillant**, présentée par M. Edm. Perrier.

« Le service d'Ichtyologie du Muséum a reçu dernièrement du Japon, par les soins de la maison Deyrolle, un exemplaire du *Mitsukurina Owstoni*, Squale des grandes profondeurs que M. Jordan a fait connaître l'année dernière d'après l'individu conservé au muséum de Tokio. L'exemplaire qui fait l'objet de la présente Note serait le troisième connu et le premier arrivant en Europe; il mesure $2^m,50$, plus du double de l'individu type.

» L'état de conservation de l'animal placé dans un liquide légèrement formolé a permis d'en faire l'examen comme sur le frais et d'extraire le corps en vue des recherches anatomiques. Il sera ici question des caractères fournis par les organes passifs de la locomotion.

» La *colonne vertébrale* se compose de 118 vertèbres, non compris les quelques noyaux cartilagineux postérieurs rudimentaires qui, chez les Elasmobranches, Poissons essentiellement apérantorachidiens, terminent toujours cette portion du squelette. Sur ce nombre, 36 environ constituent la région dorsale. Les vertèbres, très incomplètement calcifiées, sont du type astérospondylien, ne présentant qu'un petit nombre de minces cloisons longitudinales étendues entre les deux cônes creux articulaires antérieur et postérieur; aussi, une fois desséchés, ces centrums deviennent-ils d'une fragilité extrême, quoiqu'à un moindre degré que pour les *Selache*. Contrairement à ce qu'on connaît chez beaucoup de Squales, la plupart des corps vertébraux sont, non pas discoïdes, aplatis d'avant en arrière, mais sensiblement plus longs que larges; en outre les vertèbres caudales antérieures impaires, de la troisième à la quarante-et-unième, sont régulièrement plus courtes que les vertèbres paires conjointes intercalées. Ce fait, non signalé jusqu'ici chez les Élasmobranches, ne s'observe que sur cette partie du rachis; dans les portions antérieure et postérieure les centrums augmentent, comme d'ordinaire, régulièrement et insensiblement de taille à partir des extrémités correspondantes.

» On constate la présence d'un ligament élastique sus-neural, d'un diamètre de 3^{mm} à 5^{mm}, étendu sur toute la longueur de la colonne vertébrale et placé dans une gaine fibreuse au-dessus des cartilages impairs, qui ferment en haut le canal neural. Ce

ligament, retrouvé depuis chez l'*Acanthias* et le *Centrina*, doit jouer un rôle dans la locomotion de ces Poissons.

» Le *crâne* est du type connu chez l'*Oxyrhina*. Les cartilages ethmoïdo-frontaux, cylindriques à leur partie basilaire libre, d'un diamètre à peine de 8^{mm}, sont très allongés, pour servir de charpente au prolongement rostral ensiforme caractéristique de cette espèce. Les deux tiges supérieures ou frontales se soudent à une certaine distance de leur origine, formant une sorte de fenêtre ovalaire, horizontale, au travers de laquelle s'aperçoit la convexité de la fossette vomérienne suivie d'une fontanelle antérieure de dimensions inusitées, laquelle, sur la tête débarrassée des parties molles, laisse béante la cavité cranienne. Sous le point où se fait cette soudure des deux tiges frontales, se trouve une colonnette cartilagineuse élevée perpendiculairement sur la tige ethmoïdale; c'est un véritable arc-boutant, qui renforce la charpente rostrale; il n'a pas d'analogue chez les *Oxyrhina* ni les *Lamna*, le museau y étant beaucoup moins développé. Un peu plus loin la tige ethmoïdale devenue cylindrique s'unit à la tige frontale par une cloison, il en résulte une lame verticale étendue jusqu'à l'extrémité du rostre. Cette charpente a dans son ensemble plus de 30^{cm} de long. Le crâne offre à sa face inférieure et médiane, en avant des capsules olfactives et entre elles, une fossette vomérienne concave, hémisphérique, très développée, beaucoup plus que chez les *Oxyrhina* et les *Lamna*, où cependant on en constate la présence.

» Les *évents*, assez larges pour admettre une sonde de 8^{mm} de diamètre, ne sont pas placés, comme on a pu le croire, à une certaine distance en arrière des orbites, vers la partie supérieure de la tête, mais au-dessous de l'œil, sur la verticale postérieurement tangente à ce dernier, au tiers supérieur de la distance qui le sépare de la commissure buccale. Le trajet du canal inspiraculaire est court; la sonde pénètre, en quelque sorte, directement dans la bouche.

» Par l'ensemble de ses caractères, notamment ceux tirés de la constitution du crâne et aussi de la dentition, le *Mitsukurina* se rapproche des *Oxyrhina*, des *Lamna*, des *Odontaspis*, mais s'il mérite d'être distingué comme genre, ce serait aller trop loin que d'en faire le type d'une famille spéciale, comme le propose M. Jordan. Il ne diffère des Elasmobranches auxquels il est ici comparé, que par des caractères de second ordre et se rattache directement à la famille des *Lamnidæ*, telle qu'elle a été comprise par M. Günther. »

ZOOLOGIE. — *Sur une transformation de l'appareil tentaculaire chez certaines espèces de* Madrepora. Note de M. **Armand Krempf**, présentée par M. Yves Delage.

« Une curieuse disposition présentée par une espèce du genre *Madrepora* (*M. Durvillei*) avait été signalée par Fowler en 1886. J'ai pu la retrouver chez

trois espèces de ce même genre qui viennent du golfe de Tadjoura. Aucune de ces trois formes ne me paraît pouvoir être identifiée avec celle qu'étudia Fowler.

» Je rappelle qu'il s'agit d'un certain dimorphisme atteignant un tiers des individus de la colonie examinée et consistant, d'après cet auteur, en une hypertrophie considérable de l'épithélium endodermique de la partie supérieure des six cloisons macrentériques de l'animal, formation sagittalement parcourue dans toute sa hauteur par un canal en U à parois ectodermiques se terminant dans le pharynx par deux orifices distincts et superposés.

» Mes observations m'ont amené à une interprétation toute différente de la valeur morphologique de ces productions et de leur canal en U. Contre toutes les apparences elles n'appartiennent pas aux cloisons; elles ne font que les prolonger supérieurement : ce sont en effet des tentacules défigurés par d'importantes modifications; quant au canal ectodermique qu'elles logent dans leur plan médian, il représente une portion du disque buccal qu'une soudure entre deux tentacules a convertie en tunnel et enfouie dans la profondeur du corps du Polype ainsi transformé. Voici la série des faits qui m'ont conduit à ces conclusions :

» La constatation des analogies qui existent entre le tissu des volumineux renflements endodermiques de *Madrepora* et celui de l'organe dont j'ai établi l'homologie avec un tentacule chez quelques *Oculininæ* (1), analogies qui portent non seulement sur la structure des éléments cellulaires, mais encore sur les réactions histochimiques très particulières de leur contenu, m'avait tout d'abord préparé à comprendre les données anatomiques suivantes : 1° les tentacules, si développés et si faciles à observer même contractés chez les individus normaux, font complètement défaut, tout au moins sous leur forme habituelle, sur le disque buccal des individus modifiés qui paraissent ainsi en être privés; 2° le pharynx de ces derniers, caractérisé par sa très faible longueur, son étroitesse, son ectoderme différencié, ne doit pas être confondu avec l'entonnoir irrégulièrement plissé large et long qui le précède et sur les parois verticales ou obliques duquel viennent s'ouvrir les deux orifices des six canaux en U : cet entonnoir, en effet, n'est rien autre chose que le disque buccal du polype invaginé et, comme on sait, dépourvu de tentacules apparents. Les orifices de chacun des canaux ne sont donc pas situés dans le pharynx mais, rapport capital, à la surface du disque buccal : ils s'y trouvent disposés suivant un de ses rayons, l'un au voisinage de la bouche, l'autre du bord marginal; 3° j'ai pu observer un individu qui ne présentait qu'un seul organe à canal en U, celui de l'une des cloisons directrices gauches. Toutes

(1) *Seriatopora, Stylophora, Pœcilopora* : c'est le tentacule dorsal qui, chez ces trois genres, se trouve modifié et non le ventral comme me le fait dire une erreur du texte de ma Note (*Comptes rendus*, 18 mai 1903).

ses autres cloisons étaient normales. L'animal qui était adulte, pourvu de six loges et six interloges, devait posséder douze tentacules. L'examen de son disque buccal montra : *a*, qu'il n'en avait que dix; *b*, que les deux places vides très nettement marquées dans la couronne tentaculaire et représentant les deux éléments qui lui manquaient, correspondaient précisément l'un à la loge directrice dont la cloison gauche était la seule modifiée, l'autre à son interloge gauche.

» Du rapprochement de ces faits il ressort particulièrement :

» 1° Qu'il existe une corrélation constante entre la présence d'organes à canal en U chez un individu et l'absence apparente de tentacules sur son disque buccal; 2° que cette corrélation se précise singulièrement dans le cas très explicite où l'on ne trouve qu'un seul organe par individu, cas dans lequel les deux tentacules absents sont ceux de la loge et de l'interloge qu'il occupe; 3° que le plan dans lequel est contenu le canal en U avec ses deux orifices coïncide avec le plan de séparation de deux tentacules voisins.

» Je puis maintenant montrer comment s'effectuent uniquement aux dépens du disque oral et de l'appareil tentaculaire, par fusion de ses éléments deux à deux, les transformations qui créent chez certains individus la disposition étudiée ici.

» Que l'on veuille bien se représenter deux tentacules contigus en demi-expansion : grâce à leur forme capitée, ils entrent légèrement en contact par leurs extrémités supérieures et limitent ainsi, entre leurs faces en regard et la portion de disque buccal interceptée entre leurs deux bases, une gouttière ouverte en dedans du côté de la bouche, en dehors du côté de la marge du disque tentaculaire. Fixons cette disposition en soudant définitivement l'une à l'autre les surfaces que l'on vient de laisser en contact passager; la gouttière précédemment définie devient un canal que nous reconnaissons immédiatement : c'est notre canal en U.

» Il est situé dans un plan intertentaculaire; ses deux orifices débouchent sur le disque oral, l'un à l'intérieur, l'autre à l'extérieur de la couronne de tentacules; enfin, le revêtement épithélial de sa lumière est bien ectodermique.

» Revenons sur la soudure des deux tentacules. Imaginons qu'elle s'accompagne de la résorption des deux surfaces ectodermiques suivant lesquelles elle doit avoir lieu ; elle s'effectuera en réalité par l'intermédiaire de leur lamelle de mésoglée. Remarquons alors que ces deux dernières, fusionnées en une seule, paraîtront continuer, au-dessus du canal en U, la lame mésogléenne unique de la cloison sous-jacente. Enfin, privons de ses caractères histologiques spéciaux (nématocyste, système nerveux) ce qui reste de l'ectoderme des tentacules; donnons, au contraire, aux cellules de leur endoderme, les grandes dimensions que l'on connaît, et nous aurons fait la synthèse d'un organe à canal en U sans avoir emprunté au polype normal d'autres éléments que ceux que nous nous étions proposé d'employer.

» Il me reste à accorder l'absence d'organe à canal en U sur les deux

cloisons de la loge directrice dorsale avec la disposition apparente de son tentacule. Ce dernier n'ayant pas subi le sort de ses voisins doit se retrouver.

» Sa disparition n'est, en effet, qu'apparente, l'examen de mes coupes m'ayant permis de déceler facilement sa présence dans la cavité gastrovasculaire. Invaginé dans sa loge, avec son court canal axial ectodermique s'ouvrant sur le disque buccal et son endoderme à volumineuses cellules, il est en tout point comparable à son homologue (tentacule dorsal) chez les *Oculininæ*. C'est donc sur la totalité des éléments de l'appareil tentaculaire que porte chez *Madrepora* la transformation qui n'en touche qu'une faible partie chez *Pæcilopora* ($\frac{1}{4}$), chez *Seriatopora* et *Stylophora* ($\frac{1}{12}$).

» La présence de pareilles productions chez des êtres aussi différents que les *Oculininæ* et les *Madreporinæ*, présence qui fait songer à la possibilité de leur existence chez tous les Hexacoralliaires, sous des aspects pouvant d'ailleurs varier d'un groupe à l'autre, le développement considérable qu'elles prennent chez les individus où elles se montrent, font pressentir l'importance du rôle qu'elles doivent jouer dans la physiologie de ces animaux. »

BIOLOGIE GÉNÉRALE. — *Des caractères polytaxiques chez les espèces à l'état sauvage.* Note de M. G. COUTAGNE, présentée par M. Alfred Giard.

« La plupart des caractères dont l'hérédité a été expérimentalement reconnue mendélienne nous sont présentés par des végétaux cultivés ou des animaux domestiques. En outre, ces caractères ont souvent une apparence tératologique, pour l'un au moins des deux caractères antagonistes. C'est sans doute pour ces motifs que beaucoup de naturalistes ne prêtent pas encore aux phénomènes mendéliens toute l'attention qu'ils méritent.

» Il est donc assez intéressant de rechercher les différents cas de polytaxie que peuvent présenter les animaux ou les plantes *sauvages*. Voici quelques remarques concernant les Mollusques terrestres européens.

» *Cyclostoma elegans* Drap. — Une forme à test entièrement lisse vit aux environs de Paris en mélange avec la forme ordinaire à test treillisé. Cette forme lisse a été signalée pour la première fois en France à Niort, par J. Mabille, en 1875, sous les noms *C. asteum* et *Bourguignati*. C'est vraisemblablement la même qui a été signalée déjà en Angleterre par Thomas Brown en 1845, sous le nom *C. marmorea*, mais sans indication précise de lieu d'origine. Cette forme lisse semble constituer une taxie, qu'on ne rencontrerait actuellement que dans une portion assez restreinte du domaine du *C. elegans*, et qui semble ne s'être répandue aux environs de Paris que depuis peu d'années. On ne la rencontre pas non plus dans le quaternaire des environs de Paris,

qui est si riche en dépouilles de *C. elegans* ordinaire, c'est-à-dire à test treillisé, et qui présente dans ces couches différentes formes de coquille que Bourguignat a nommées *elegans, subelegans, Lutetianum* et *physetum*.

» *Vallonia pulchella*. — Cette petite espèce présente deux formes bien distinctes, l'une à test lisse, l'autre à test orné d'élégantes lamelles. La plupart des auteurs distinguent les deux formes spécifiquement sous les noms *pulchella* et *costata*. Ce sont peut-être deux taxies d'une même espèce.

» *Cœlestele hispanica*. — Bourguignat a décrit en 1880, sous sept noms différents, quelques minuscules coquilles recueillies sur les bords du Guadalquivir, les unes à test lisse (*C. lævigata, Castroiana, Hispanica*), les autres à test cotelé (*C. Servaini, tumidula, Letourneuxiana, raphidia*). Il est présumable que ces *Cœlestele* appartiennent tout simplement à une seule espèce ditaxique.

» *Sphyradium* et *Acme*. — Les *Sphyradium* à test lisse ou à test costulé, les *Acme* à test lisse ou à test orné de linéoles écartées et sculptées en creux, ou à test orné de costulations rapprochées et en relief, constituent pareillement des groupes parallèles, mais à répartitions géographiques il est vrai différentes. Il conviendrait de rechercher si ces espèces en quelque sorte *doubles* ou même *triples* ne proviendraient pas de la disjonction de taxies d'espèces beaucoup plus homogènes à l'origine.

» *Helix planospira* Lamarck. — Il en est de même des deux séries de Campylées, les unes à test lisse, les autres à test recouvert d'un épiderme hispide, qui vivent dans les péninsules balkanique et italique, et vers l'ouest jusqu'en Sicile, Sardaigne et Corse. Les conchyliologistes ont inventé pour elles un nombre considérable de noms prétendus *spécifiques*, mais qui ne correspondent qu'à des variations insignifiantes dans la forme de la coquille, et tout au plus caractéristiques de races régionales ou locales, souvent même à de simples variations individuelles. En ce qui concerne par exemple la race corse de cette espèce, Hagenmuller avait déclaré en 1887 que les individus hispides n'habitaient pas dans les mêmes stations que les individus lisses. Mais Caziot aurait constaté depuis lors, d'après sa publication de 1903, que dans certaines vallées les sujets hispides (formes *Deschampsi, Romagnoli, Mellinii*) vivaient mélangés aux sujets lisses (formes *Raspaili, erratica, Cenestinensis*, etc.).

» *Alopia maxima*. — Sans considérer ici les sujets exceptionnellement sénestres chez une espèce dextre, ou inversement, sujets qui sont de rares anomalies dont le déterminisme est encore obscur, certaines espèces sont normalement à sujets les uns dextres, les autres sénestres. Ces deux taxies sont-elles à mnémons hétérodynames (mendélisme proprement dit) ou à mnémons homodynames [1]? Cette sorte de polytaxie est assez fréquente dans les faunes tropicales; mais dans la faune européenne on ne la rencontre, à ma connaissance, que chez certaines *Alopia* de la Transylvanie, par exemple chez les *A. maxima* var. *cybea*, Kimakowicz, de la Mogura, près de Zernest. Certains *Buliminus* de l'Arménie présentent aussi cette même particularité.

» *Helix pisana*. — Les individus à péristome rose et ceux à péristome blanc ou blanc jaunâtre paraissent constituer deux taxies, dans certaines stations tout au moins.

---

(1) Voir G. Coutagne, *Sur les croisements entre taxies différentes* (*Comptes rendus*, séance du 28 décembre 1903, p. 1290).

» *Arion empiricorum* Ferussac. — Les variétés *rufus* et *ater*, souvent considérées comme espèces distinctes, ne seraient-elles pas des taxies ?

» *Helix nemoralis*. — Cette espèce et beaucoup d'autres ayant, comme elle, le test orné de bandes colorées (*H. hortensis*, *sylvatica*, *splendida*, *variabilis*, *pyramidata*, *signata*, *sicana*, etc.), sont manifestement polytaxiques, et souvent leur polytaxie est même singulièrement complexe, comme je l'ai déjà montré en 1895. L'étude expérimentale des croisements entre taxies différentes chez *H. nemoralis* et *H. hortensis* a été poursuivie par Arnold Lang depuis 1897, et du remarquable Mémoire qu'il vient de publier cette année même, on peut déjà conclure que des deux caractères antagonistes, « cinq bandes foncées » et « aucune bande foncée », le premier est dominant et le second récessif. »

BIOLOGIE. — *Des chaînes de force et d'un nouveau modèle magnétique des mitoses cellulaires.* Note de M. **M. Hartog**, présentée par M. Yves Delage.

« Pour représenter le champ de force qui se produit dans une cellule en division mitotique, on a trouvé divers modèles : le spectre magnétique obtenu en secouant dans un champ magnétique une feuille de papier saupoudrée de limaille de fer offre une ressemblance frappante avec les structures cellulaires. Le spectre électrique, obtenu par Gallardo en plaçant une cuve contenant du sulfate de quinine suspendu dans la térébenthine entre les pôles d'une machine à friction, a l'avantage de donner une représentation à trois dimensions des phénomènes. J'ai obtenu ce même avantage avec le spectre magnétique, en substituant au saupoudrage sur papier la suspension de la limaille dans un milieu visqueux.

» Mon appareil est très simple. Des coins d'un plateau carré en fonte s'élèvent quatre colonnes en laiton supportant une plate-forme de bois perforée régulièrement de trous circulaires. Les électro-aimants sont constitués par une bobine cylindrique verticale entre les deux plateaux, et dont le noyau en fer doux repose sur le plateau inférieur et passe par un des trous du plateau de bois; les deux terminaux, inférieurs, se prolongent en boudins flexibles pour les raccords. Un rhéostat, un commutateur permettant les changements indépendants de la direction de courant dans les bobines individuelles, un ampèremètre et une source de courant directe complètent l'appareil. Comme liquide j'emploie la glycérine, le baume du Canada dissous ou fondu par la chaleur, ou bien la gelée de gélatine ou d'agar fondue. Je substitue souvent à la limaille de fer la magnétite naturelle finement pulvérisée et tamisée à travers la soie à bluter. Le mélange est versé dans une cuvette ou répandu en couche mince sur une plaque de verre ou de porcelaine qui repose sur les bouts arrondis des noyaux des aimants, ou sur de petits supports. Pour la plupart des expériences, je m'en suis tenu à la section axiale du champ, formée sur une plaque.

» J'ai pu ainsi obtenir trois variantes des spectres bipolaires classiques, qu'on n'avait pas encore figurées, bien qu'elles fussent pour ainsi dire obligatoires, et faciles à déduire des lois du magnétisme. Elles rapprochent d'ailleurs le spectre magnétique du spectre cellulaire.

» On sait que dans le champ de force magnétique les parcelles de limaille se rassemblent en lignes courbes suivant les lignes de force théoriques : leur présence modifie cependant ces dernières comme l'avait compris Faraday. Grâce à la perméabilité du fer au magnétisme et à sa sensibilité à l'induction, les lignes matérielles renferment plus de lignes de force que les espaces intermédiaires. Pour distinguer ces lignes matérielles, je les appellerai des *chaînes de force :* les parcelles constituantes seront donc des *chaînons de force*. Lorsqu'on fait dévier ces chaînes par les manipulations, les courants ou la pesanteur, elles emportent dans leur position déviée la plus grande partie de leurs lignes de force, car la prolongation de leur trajet dévié est d'un ordre minime en comparaison de la différence de leur conductance au magnétisme et de celle du milieu qui les sépare.

» *Première variante.* — En déplaçant la plaque sur les pôles on obtient des figures tordues, comme celles en spirale étudiées par Mark sur les embryons de la Limace : si le milieu est de baume ou de gelée fondue, le refroidissement en donne une préparation permanente.

» *Deuxième variante.* — Si l'on produit ces chaînes en un milieu liquide et dans un champ assez fort pour vaincre la viscosité du milieu, elles tendent à se placer là où l'intensité du champ est le plus forte. Aussi voit-on les chaînes se déplacer latéralement vers l'axe, se raccourcir, et se rassembler en fuseau très serré, laissant de chaque côté un espace vide de limaille. Le spectre se différencie de cette façon en un *fuseau central* et en deux *asters polaires,* de même que le spectre cellulaire, où l'espace clair a reçu le nom d'*espace de Bütschli* (Rhumbler). Le spectre magnétique, sur papier, tel qu'il figure dans les Traités de Physique (d'où il a été extrait par les biologistes), n'offre jamais cette différenciation : celle-ci est cependant facile à produire en prolongeant ou en accentuant l'agitation du papier : mais les causes de la transformation ne sont pas aussi évidentes que dans le liquide, et les expérimentateurs qui ont obtenu ces dessins ont dû les rejeter comme *manqués*.

» *Troisième variante.* — Les lignes de force dans un champ *déterminé* (je parle toujours de deux pôles dissemblables) sont toutes concaves vers l'axe interpolaire et convexes vers ses deux prolongements : en limitant notre champ par un ovale de fer doux (en forme de masque à vignettes) et placé de sorte que son grand axe coïncide avec celui des pôles, on verra les rayons des asters se réfléchir et devenir droits ou même concaves vers le prolongement de l'axe.

» C'est à peu près ce que l'on voit dans le spectre cellulaire où les rayons, cependant, sont plus nettement droits. On peut en conclure que le *Hautschicht* du cyto-

plasme est perméable à la force qui produit le champ, et que la direction droite des rayons est due à la grande imperméabilité ou réluctance à cette force du milieu cellulaire non différencié, de façon à agir en écran à l'influence du pôle éloigné. La matière du cytoplasme qui possède cette grande perméabilité est assurément identique au *kinoplasme* de Strasburger.

» Grâce aux propriétés spéciales des chaînes de force dans un milieu visqueux, j'obtiens souvent des anastomoses obliques à mailles en losange et des enchevêtrements où les chaînes se croisent à des niveaux différents. Des croisements semblables se voient sur bien des dessins publiés du spectre magnétique. Pour le moment, je n'arrive pas à trouver une représentation suffisante des champs à pôles en nombre impair.

» On a appelé *karyocinétique* la force qui produit le champ cellulaire : ce terme ne lui convient guère, car les éléments du nucléus, bien que perméables et sensibles à cette force, n'y sont soumis que lorsque le nucléus a déjà perdu sa paroi. Si l'on veut appeler *forces karyocinétiques* (*au pluriel*) toutes les forces qui se combinent pour aboutir à la création des deux nucléus jeunes, il faut en distinguer au moins trois : 1° les mouvements usuels du cytoplasme déterminent la répulsion des pôles et l'élongation du fuseau, aidés peut-être par l'osmose, car on y voit souvent toutes les apparences de la turgidité; 2° la force qui détermine la répulsion mutuelle des chromosomes, active déjà dans le nucléus intact, est peut-être, selon les idées de Ralph Lillie, l'électricité statique; 3° la force sise dans le kinoplasme et qui produit les chaînes de force que j'appellerai *mitocinétisme* à cause de ses analogies avec le magnétisme. Dans toutes les explications cinétiques des structures cellulaires en mitose, il faut tenir compte de la distinction des *lignes* de force idéales et des *chaînes* de force matérielles. »

BOTANIQUE. — *Sur la morphologie de la racine des plantes à embryon mutilé.* Note de M. P. **Ledoux**, présentée par M. Gaston Bonnier.

« Dans deux Notes présentées à l'Académie des Sciences (9 mars-25 mai 1903) j'ai étudié l'effet des sectionnements de la gemmule sur le développement des feuilles. J'ai repris la question récemment en mutilant la radicule.

» J'ai enlevé, avant le semis, le point végétatif de la radicule, soit complètement par une section transversale faite à 2^{mm} environ du sommet, soit incomplètement par une section oblique. En aucun cas, je n'ai obtenu

la régénération de l'organe lésé. Celui-ci a été simplement remplacé par des radicelles différant des radicelles des témoins par la morphologie et l'anatomie. Je me bornerai aujourd'hui à l'examen des résultats d'ordre morphologique :

» 1° *Ramification.* — Le nombre des rangées de radicelles de remplacement était, soit inférieur au nombre des rangées de radicelles existant normalement chez les témoins (*Soja hispida, Helianthus annuus, Cucurbita maxima*), soit égal à ce même nombre (*Faba vulgaris, Sinapis alba, Pisum sativum*). Chez le *Lupinus albus*, le nombre des rangées précitées est normalement de deux. Pourtant, il naît assez rarement sur l'hypocotyle quelques racines adventives grêles; elles sont alors insérées non plus sur deux, mais sur quatre génératrices. Or, le sectionnement de la radicule a toujours eu pour résultat de provoquer la naissance de radicelles supplémentaires relativement nombreuses, constamment insérées sur quatre génératrices de l'axe principal et infiniment plus développées que chez les témoins.

» 2° *Croissance.* — Quand le point végétatif a été enlevé, la croissance subterminale de la racine a été remplacée par une croissance intercalaire et ce phénomène de remplacement est bien net, surtout quand la section du sommet de la radicule a été faite obliquement. Il suffit, pour s'en rendre compte, de considérer, quelque temps après le semis, l'étendue du liège cicatriciel consécutif à la blessure. Alors qu'une simple lésion faite sur l'axe principal d'un témoin, bien au-dessus du point végétatif, se traduit, après six semaines de végétation, par une trace de liège de quelques millimètres de longueur, une lésion de même taille pratiquée sur la radicule mutilée détermine, au bout d'un même laps de temps, une traînée de liège ayant 30^{mm} à 40^{mm} de longueur.

» Néanmoins, cette croissance intercalaire de l'axe principal est toujours restée plus faible que l'accroissement subterminal de l'organe non lésé. Aussi le côté resté intact s'accroît-il beaucoup plus rapidement que le côté lésé. Il s'ensuit que la racine principale se développe en formant un arc de cercle dont la partie concave est située du côté entamé. Très souvent même, la croissance du côté non lésé est tellement accentuée que la racine se développe en s'enroulant en spirale et le nombre des tours complets de spire, très serrés d'ailleurs, peut être de deux ou trois.

» 3° *Géotropisme.* — Pendant un court laps de temps, après le semis, la radicule de l'embryon lésé conserve dans le sol la position qu'on lui a attribuée en plaçant la graine dans le sol. Si cette radicule est placée verticalement, les radicelles de remplacement naissent normalement à la surface de la section et elles sont douées immédiatement d'un géotropisme positif très net. En même temps, la tige se dresse verticalement. Si la radicule se trouve placée horizontalement, elle se développe tout d'abord avec un géotropisme nul; mais, dès que les radicelles de remplacement apparaissent, les phénomènes de géotropisme commencent à se manifester. Alors la racine principale d'une part, la tige d'autre part, s'orientent verticalement en sens contraire en faisant avec la partie de l'axe principal déjà développée un angle très net de 90°. En résumé, le géotropisme de la tige ne devient négatif que lorsque le géotropisme du système radiculaire est nettement positif.

» Il est donc possible, par la mutilation de la radicule, d'exercer une influence sur le développement ultérieur de la racine. »

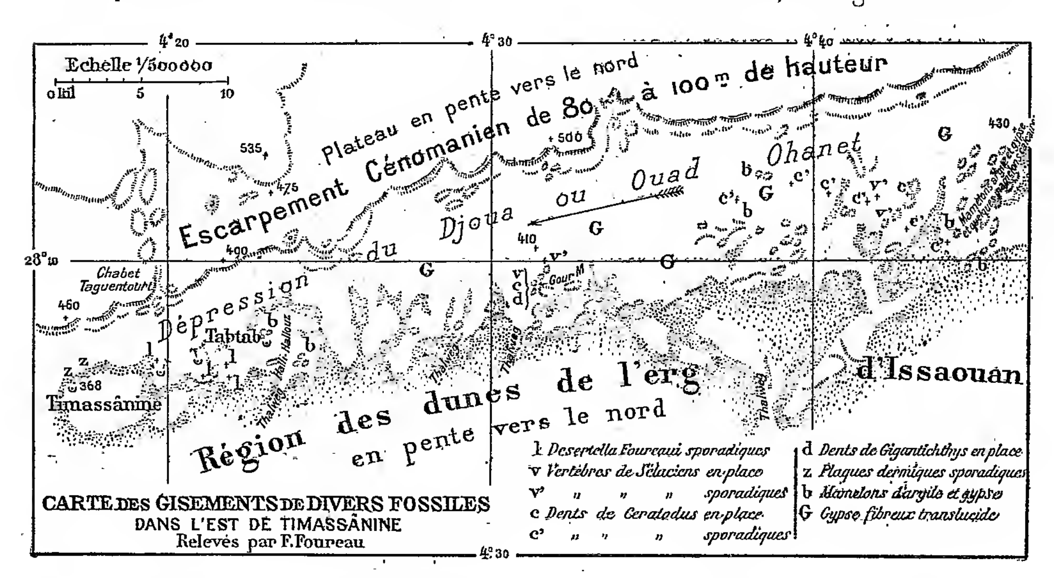
GÉOLOGIE. — *Découverte de gîtes fossilifères dans le Djoua, à l'est de Timassânine (Sahara).* Note de M. F. FOUREAU, présentée par M. de Lapparent.

« Cette Note a pour but de signaler un des résultats de mes recherches géologiques dans le Sahara.

» Dans la région située immédiatement à l'est de Timassânine s'étend le Djoua ou ouad Ohanet, long thalweg orienté à peu près est-ouest, et dont la pente se dirige vers l'ouest.

» Le sol de ce thalweg est, en général, composé de gypse concrétionné et de gypse transparent, fibreux, en petites couches roses (gypses remaniés), reposant sur un substratum d'argile. Il est parsemé d'une multitude de buttes d'argile, ou d'argile mélangée de gypse et de buttes de grès friable, en certains points.

» Le Djoua est limité au nord, sur une très grande étendue, par un escarpement cénomanien de 80^m à 100^m de hauteur, irrégulièrement



CARTE DES GISEMENTS DE DIVERS FOSSILES DANS L'EST DE TIMASSÂNINE
Relevés par F. Foureau

découpé d'échancrures plus ou moins profondes suivant les caprices des érosions anciennes; cet escarpement cénomanien se superpose à des bancs de gypse et à d'épais bancs d'argiles colorées, striées de veines et de vei-

nules de gypse en cristaux. Le plateau rocheux qu'il termine au sud est en pente vers le nord.

» Au sud, ce thalweg est limité par la ligne, très capricieuse et très dentelée, des éperons de l'important massif de l'erg d'Issaouan ou dunes d'Issaouan, éperons qui s'avancent sur le sol du Djoua, à des distances plus ou moins longues, mais très variables, du pied sud de l'escarpement cénomanien.

» La pente de l'erg d'Issaouan est sensiblement du sud vers le nord.

» Dans les intervalles de ces éperons arénacés, et même aussi à demi recouverts par leur manteau de sable, se dressent, comme je l'ai indiqué, de nombreux mamelons très peu élevés : 1° d'argiles colorées mêlées de gypse; 2° ou d'argiles colorées mêlées de bancs de grès très friable; 3° ou enfin d'argiles colorées couronnées de petits bancs de calcaire zoné rempli de sable siliceux.

» J'ai découvert et recueilli dans cette région, sur la surface d'un rectangle limité par le méridien 4°17′ et 4°45′ de longitude est, et par les parallèles 28°05′ et 28°13′ de latitude nord, pour la première fois les 29 et 30 décembre 1893, et ensuite les 22 et 23 novembre 1898, les divers fossiles suivants :

» A. *A l'état sporadique et gisant sur le sol :* 1° coquilles de *Desertella Foureaui* (Munier-Chalmas, *in collectione*) changées en hématite, points *ll* de la carte (pour ces Lamellibranches seulement, l'un des gisements se trouve dans un petit thalweg sans berges, ce qui pourrait faire supposer qu'ils ont été amenés d'amont); 2° vertèbres de Sélaciens, points $v'v'$ de la carte; 3° dents de *Ceratodus,* points $c'c'$ de la carte; 4° plaques dermiques de poissons, points *zz* de la carte.

» B. *En place et dans un grès très friable, ou dans une argile rouge. Mamelon ou Gour* M : 1° les mêmes vertèbres de Sélaciens, point *c* de la carte; 2° dents de *Ceratodus,* point *c* de la carte; 3° dents de *Gigantichthys,* point *d* de la carte.

» Pour fixer les idées, il est bon d'indiquer qu'en partant du gisement de ces divers fossiles, on rencontre les premiers affleurements :

» 1° De *Carboniférien,* au sud-est et à une soixantaine de kilomètres;

» 2° De grès (très probablement dévoniens), à l'est et au sud-ouest, à une cinquantaine de kilomètres;

» 3° De *grès dévonien caractérisé,* au sud-$\frac{1}{4}$-sud-ouest, à 60^{km}.

» Il est fort possible, au surplus, que le *Dévonien* soit en réalité beaucoup plus rapproché, du côté du sud, mais en des points non touchés par des voyageurs ou même recouverts par les dunes.

» D'autre part la présence, antérieurement signalée par moi, de bancs

d'argiles beaucoup plus au nord que ceux des buttes et de l'escarpement du Djoua, m'amène à supposer qu'il y a, très vraisemblablement, connexité entre les bancs d'argiles colorées et striées de veinules de gypse des mamelons du Djoua, et les bancs d'argiles identiques dont j'ai constaté l'existence dans les berges de l'ouad In-Aramas, sous des bancs de calcaire *sénonien*, à une altitude qui serait à peu près celle du Djoua au point où s'élèvent les buttes d'argile, témoins d'érosion d'un banc autrefois uniforme et ininterrompu. Il y aurait donc continuité de ces bancs argileux, au moins entre ces deux régions, au-dessous de l'escarpement cénomanien.

» Enfin, le dévonien, qui plus au sud a sa pente vers le nord, devrait aussi très probablement se poursuivre sous le Djoua à une assez faible profondeur. »

GÉOLOGIE. — *Sur la faune des couches à* Ceratodus *crétacées du Djoua, près Timassânine (Sahara).* Note de M. **Émile Haug**, présentée par M. de Lapparent.

« Les fossiles qui font l'objet de la présente Note ont été recueillis par M. F. Foureau en 1893 et 1898 dans la dépression du Djoua, à l'est de Timassânine, dans le Sahara. Leur étude avait été commencée par Munier-Chalmas, mais mon regretté maître n'a laissé, pour la plupart d'entre eux, aucune indication manuscrite m'autorisant à supposer qu'il était arrivé à des déterminations précises.

» Tous les échantillons ramassés en place proviennent d'une couche de grès blanc ou coloré en rouge, très friable, intercalée dans une argile rouge, associée à des gypses. Les fossiles trouvés à l'état sporadique sont manifestement originaires des mêmes couches, à l'exception des Lamellibranches dont il sera question plus loin, car ils appartiennent aux mêmes espèces et leur mode de fossilisation est le même. Ce sont, dans les deux cas, exclusivement des restes de Vertébrés : dents, vertèbres, plaques dermiques de Poissons et ossements de Reptiles. Voici les déterminations auxquelles leur étude m'a conduit.

» Dents palatines et mandibulaires de *Ceratodus africanus* n. sp., différant des dents de *Ceratodus* triasiques par l'existence de crénelures sur les côtes antérieures et par la présence de 6 côtes au lieu de 5, caractère qui les rapproche du *Ceratodus* (*Epiceratodus*) *Forsteri* de Tasmanie et d'une espèce crétacée d'Amérique, décrite mais non figurée par Cope.

» Fragments de dents de *Saurocephalus* (?).

» Nombreuses dents que j'ai pu rapprocher de celles sur lesquelles Dames a établi son genre *Gigantichthys*, du Sénonien d'Égypte, mais qui en diffèrent par la forme simplement décurrente de la limite inférieure de la surface recouverte d'émail et par la hauteur moindre de cette limite au-dessus de la base de la racine.

» Vertèbres d'*Otodus* (type *actinospondyle* Jaekel), présentant en section transversale des lames d'ossification rayonnantes, disposées à peu près comme dans une espèce de l'Éocène de Claiborne (Alabama) figurée par Hasse (*Das natürliche System der Elasmobranchier*, pl. XXVII, fig. 37).

» Vertèbres très courtes, d'un type voisin de *Pristis* (la Scie), présentant le double cône central et un anneau de calcification externe, mais dépourvues des anneaux concentriques internes qui caractérisent le type *tectospondyle* de Hasse. C'est de beaucoup l'espèce la plus abondante; M. Foureau m'en a remis plusieurs centaines de vertèbres isolées, dont quelques-unes d'une admirable conservation.

» Vertèbres de Téléostéens, appartenant à deux types différents.

» Fragments de plaques dermiques indéterminables.

» Ichthyodorulithes, deux types distincts.

» Ossements de Reptiles très fragmentés, parmi lesquels je crois pouvoir reconnaître toutefois une vertèbre et un humérus de Chélonien.

» La composition de cette faune ne fournit aucun renseignement sur son âge précis. Cependant la présence de dents de Téléostéens géants, analogues à ceux de la Craie d'Égypte et du Kansas, me porte à l'envisager comme crétacée. Cette détermination est confirmée par le fait que les dents de *Ceratodus* se rapprochent davantage du type actuel que des formes triasiques. Le degré d'évolution des vertèbres de Sélaciens est également en harmonie avec cette manière de voir et exclut complètement l'attribution au Trias des grès à Poissons.

» Les données stratigraphiques conduisent au même résultat, car il ne semble pas y avoir de discordance ni de lacune entre les grès à Poissons et argiles rouges avec gypse de la dépression du Djoua et les calcaires et marnes de l'escarpement, qui renferment *Hemiaster* sp., *Ostrea flabellata* Goldf., *O. columba* Defr., *O. olisiponensis* Sharpe (déterminations de Munier-Chalmas) et sont, par conséquent, cénomaniens. Il n'y a donc pas lieu d'admettre que les couches à vertèbres et dents de Poissons sont sensiblement plus anciennes que le Crétacé moyen.

» Quant aux Lamellibranches auxquels Munier-Chalmas a donné le nom manuscrit de *Desertella Foureaui*, ils appartiennent à un type entièrement nouveau, qui ne permet aucune détermination d'âge. La belle conservation de leur charnière m'a permis de les comparer avec certaines Myophories et de constater de grandes analogies dans la forme des dents cardinales. Les

ressemblances sont particulièrement frappantes, aussi bien dans la forme extérieure que dans la charnière, avec *Myophoria truncata* Goldf. du Dévonien moyen de Paffrath, figuré par L. Beushausen. Mais la disposition des dents est inverse, la charnière de la valve droite de l'une des espèces correspondant à celle de la valve gauche de l'autre et *vice versa*. On est conduit alors à rapprocher *Desertella* des Unionidés, dont la charnière est inverse de celle des Trigonidés.

» Devant des données aussi contradictoires et comme ces Lamellibranches n'ont pas été ramassés en place, on peut hésiter entre deux conclusions :

» 1° Ou bien *Desertella Foureaui* provient de la falaise crétacée, où se trouvent également des Plicatules transformées en hématite;

» 2° Ou bien ce Lamellibranche est originaire de couches sous-jacentes dévoniennes, où ce mode de conservation est fréquent; et, en effet, M. Foureau a rencontré le Dévonien au sud du Djoua, à une distance relativement peu considérable. »

PALÉONTOLOGIE. — *Sur la faune des lydiennes du grès vosgien.* Note de M. C. **Noël**, présentée par M. Albert Gaudry.

« Dans une Note présentée à l'Académie (¹), en 1898, le Dr Bleicher avait signalé, dans les galets du grès vosgien, la présence de plusieurs fossiles; il y avait ajouté, en 1900 et 1901 (²), quelques détails nouveaux. Les formes qu'il y avait signalées sont des *Monograptus Beckii* Barr. et *Diplograptus palmeus* Barr. dans des galets de lydienne, des empreintes bivalves, un *Spirifer* et un *Orthis* dans des quartzites.

» J'ai repris, depuis 1902, l'étude de cette question, en raison de l'intérêt qu'elle pouvait présenter au sujet de l'histoire des terrains primaires. Les principaux résultats qu'elle m'a fournis sont les suivants :

» Les environs d'Épinal, en quelques points, principalement à la base de la formation, au voisinage du socle de granulite, m'ont offert des lydiennes qui renferment : *Climacograptus scalaris* His. en grand nombre; *Diplograptus palmeus* Barr.; d'autres *Diplograptus* à rapprocher des espèces *pristis* His. et *sinuatus* Nich.; *Monograptus Bohemicus* Barr., *Monograptus* du groupe de Beckii, *Monograptus*

(¹) *Comptes rendus,* séance du 26 décembre 1898.
(²) *Bull. de la Soc. des Sc. de Nancy,* 1900 et 1901.

cf. intermedius Carr. et *vomerinus* Nich. Les conglomérats supérieurs ne m'ont fourni que *Climacograptus scalaris* His., des *Diplograptus* sur lydienne et des empreintes de bivalves sur quartzite.

» Les alluvions anciennes de la Moselle n'ont jusqu'ici fourni que des lydiennes très fortement injectées et stériles. Le plateau des monts Faucilles n'a livré jusqu'à présent qu'un *Diplograptus* indéterminable.

» La vallée de la Moselle, au-dessus d'Épinal, n'a donné que *Climacograptus scalaris* His., aux environs d'Arches et *Monograptus cf. Beckii* Barr. des environs de Remiremont dans des lydiennes et une empreinte de Lingule? dans un quartzite noir.

» Quant aux îlots de grès vosgiens disséminés sur les Vosges cristallines, ils se sont jusqu'ici montrés stériles.

» La vallée de la Vologne a donné une empreinte scalariforme de *Climacograptus scalaris* et *Diplograptus sinuatus* Nich., *Monograptus communis Lapw., colonus* Barr., *vomerinus* Nich., et de nombreux restes indéterminables.

» Le plateau qui domine la rive gauche de la Meurthe à l'ouest de Raon-l'Étape, m'a offert un *Monograptus* et *Rastrites cf. Linnæi* Barr.;

» Enfin, la région désormais classique de Raon-l'Étape, outre les formes déjà signalées par Bleicher: un bilobite? dans un quartzite blanchâtre; puis *Climacograptus scalaris, Diplograptus pristis* His., *palmeus, sinuatus; Monograptus n. sp., Monograptus Beckii, Monograptus vomerinus*, dans des lydiennes.

» Le plateau étendu entre la vallée de Celles et la haute vallée de la Vezouze n'a encore fourni aucun galet fossilifère; par contre, les alluvions anciennes qui couvrent de vastes espaces au nord de ce plateau et dont les éléments en proviennent presque tous ont donné *Climacograptus scalaris, Diplograptus* Sp., *Monograptus priodon, Mon. dextrorsus* Linnars., *Retiolites Geinitzi?* Barr.

» Il n'est pas jusqu'aux alluvions modernes de la Meurthe qui ne se soient montrées fossilifères, contrairement à celles de la Moselle. Elles ont donné: *Monograptus cf. Hisingeri* Carruth., *Monograptus lobiferus* M. Coy, *Mon. Beckii, Mon. cf. dubius* Suess sur lydienne, et un petit fragment d'Orthis dans un quartzite gris à grains très fin passant à la lydienne.

» Malgré le nombre encore restreint des matériaux et la difficulté des recherches, il est possible d'affirmer dès maintenant que les galets du grès vosgien renferment des quartzites du silurien et du dévonien, et des lydiennes appartenant toutes au silurien supérieur, au moins celles qui sont fossilifères.

» Il semble même possible de distinguer dans ces lydiennes les deux zones discernables en Bohême au moyen des graptolithes [1] : la zone inférieure avec prédominance des *Diplograptus* et *Climacograptus* avec seulement quelques *Monograptus* (du groupe de *Beckii*, par exemple), la zone supérieure ne renfermant plus que des *Monograptus*.

---

(1) PERNER, *Études sur les graptolithes de la Bohême*, Prague, 1895.

» Les galets de la zone inférieure existent presque seuls aux environs d'Épinal, dans les monts Faucilles et la haute vallée de la Moselle. Les deux zones sont déjà représentées dans les environs de Bruyères; mais surtout à Raon-l'Étape et dans les alluvions anciennes de la haute Vezouze, le long de la frontière où elles présentent des fossiles d'un état remarquable de conservation. »

ANTHROPOLOGIE. — *De la survivance d'un type négroïde dans les populations modernes de l'Europe*. Note de M. **Eugène Pittard**, présentée par M. Albert Gaudry.

« En 1902, M. Verneau a étudié les squelettes découverts dans la grotte des Enfants à Baoussé-Roussé [1], fouillée par les soins du Prince de Monaco.

» Les caractères craniens des deux sujets décrits par M. Verneau ont permis de qualifier de *négroïdes* ces têtes humaines paléolithiques. L'examen de leur dentition, fait par M. Albert Gaudry [2], a montré la grande différence qui existait entre les dents de ces Paléolithiques et celles des Blancs actuels.

» L'année dernière, M. G. Hervé [3] a signalé deux crânes provenant de la presqu'île de Quiberon et qui présentaient à un haut degré les caractères négroïdes relevés par MM. Gaudry et Verneau sur les crânes de Baoussé-Roussé. Ces crânes de Bretagne datent, l'un de la période néolithique, l'autre probablement de la période gauloise.

» J'ai retrouvé dans une série de crânes valaisans (en très grande majorité brachycéphales) de la vallée du Rhône, datant des XIIIe, XIVe siècles, au commencement du XIXe siècle, plusieurs de ces crânes à faciès négroïde, entre autres deux, où ces caractères sont nettement accusés.

» Ces crânes sont tous les deux féminins. Ils sont d'une belle venue. Ils sont dolichocéphales. En *norme verticale*, ils montrent un ovoïde régulier sans plagiocéphalie. Vus de face, l'avancement de la partie inférieure de la face est déjà remar-

(1) R. Verneau, *Les fouilles du Prince de Monaco aux Baoussé-Roussé. Un nouveau type humain* (*L'Anthropologie*, Paris, 1902 et *Comptes rendus*, avril 1902).

(2) Albert Gaudry, *Contribution à l'histoire des hommes fossiles* (*L'Anthropologie*, 1903).

(3) G. Hervé, *Crânes néolithiques armoricains de type négroïde* (*Bull. et Mém. Soc. d'Anthrop.*, Paris, 1903).

quable. Mais ce prognatisme s'accentue lorsque le crâne est vu de profil. Les sutures sont normales, sans interposition d'os wormiens, sauf un seul (petit) dans la suture lambdoïde du n° 2. Le plancher des fosses nasales se termine par un bord mousse, ce qui est une caractéristique de la région nasale chez les Nègres. Il n'y a pas le rebord tranchant qu'on trouve habituellement chez les Blancs. Le crâne n° 2 possède ce bord mousse, surtout dans la partie gauche du plancher nasal.

» Le prognathisme est facial et maxillaire, non dentaire. Une perpendiculaire abaissée du point nasal sur le plan alvéolo-condylien touche en avant de la première molaire vraie. L'indice du prognathisme obtenu selon le procédé de Flower fournit respectivement 106,86 et 102,78. Le premier de ces chiffres est tout à fait remarquable. Beaucoup de crânes de Nègres ne l'atteignent pas. Ces deux indices dépassent de beaucoup les indices moyens ou individuels de la série d'où ils ont été sortis. Les crânes de Quiberon de M. Hervé avaient, comme indices, 102 et 100. L'indice nasal des deux crânes négroïdes valaisans indique la platyrhinie chez l'un et chez l'autre; comme celui des deux crânes bretons de M. Hervé.

» La dentition de ces crânes valaisans est régulière. L'arrangement et la forme des alvéoles nous renseignent suffisamment sur la régularité de leur implantation. L'examen des cuspides est intéressant. Les mâchoires de l'Homme fossile de Baoussé-Roussé étudiées par M. Gaudry ont montré des denticules beaucoup plus nets et plus séparés que ceux qui existent dans les mâchoires de Blancs. Les caractères signalés par M. Gaudry se retrouvent dans les dents des crânes valaisans négroïdes (denticule bien marqué de la seconde arrière-molaire; sa séparation jusqu'au bord externe de la dent, émail plus ridé que d'habitude, plis des cuspides plus profonds).

» *En résumé*, il est possible de dire que: par leur forme cranienne générale et leur indice céphalique, par leur prognathisme qui est bien réellement maxillaire, par les détails de leur dentition, par leur platyrhinie et par l'ensemble des caractères que nous avons décrits plus haut, ces crânes valaisans de la vallée du Rhône sont négroïdes d'une manière bien marquée. Ils indiquent une survivance due soit à une simple continuité, soit à un atavisme. »

HISTOLOGIE. — *Structure des fibres musculaires du cœur chez les Mollusques.* Note de M. **Pierre Vigier**, présentée par M. Joannes Chatin.

« Le myocarde ne paraît pas avoir, chez tous les Mollusques, une structure uniforme.

» Dans le cœur de plusieurs Mollusques de classes différentes, j'ai observé des fibres musculaires présentant tantôt une simple apparence striée, tantôt une véritable striation.

» L'existence de fibres striées chez les Mollusques a déjà été notée par un certain

nombre d'histologistes, soit dans les muscles adducteurs des valves des Lamellibranches (*Pecten, Anodonta*, etc.), soit dans les muscles radulaires des Amphineures (*Chiton*) et des Gastropodes (*Turbo, Aplysia, Paludina, Trochus, Neritina, Acmaea, Helix*), soit même dans le cœur des Gastropodes (*Paludina, Patella*) et des Céphalopodes. Mais les descriptions ont été souvent trop incomplètes pour qu'il soit permis d'affirmer, dans tous ces cas, la structure véritablement striée de ces muscles. A la suite des discussions qui se sont élevées sur ce sujet, H. Fol (1896) a même cru pouvoir conclure que les descriptions précédentes étaient dues à des erreurs d'interprétation, et qu'il s'agissait le plus souvent de fibres lisses à double striation oblique, sauf en ce qui concerne le muscle occluseur du Pecten, dont une partie est réellement striée. Il en serait de même, d'après M. Heidenhain (1901), pour les muscles des nageoires de certains Ptéropodes et Hétéropodes.

» La question a été reprise par Prenant (1901, 1903) et tout récemment par Marceau (1904). Prenant, dans le muscle adducteur des valves du Pecten, et Marceau, dans le ventricule du Poulpe, ont retrouvé tous les détails de la striation qui caractérisent la fibre striée du type composé, telle qu'on l'observe chez les Arthropodes et les Vertébrés. Prenant a constaté d'autre part, dans le cœur de l'Escargot, des fibres striées du type simple, c'est-à-dire dépourvues de disques minces (membranes Z) et telles qu'on les observe chez quelques autres Invertébrés (*Salpa, Sagitta*).

» C'est également à cette dernière conclusion que je suis arrivé, en ce qui concerne le cœur de certains Lamellibranches (*Anodonta anatina, Mytilus edulis*).

» Les fibres du cœur d'*Anodonta* ont la forme d'un long fuseau effilé à ses extrémités et souvent ramifié. Elles comprennent une colonne de sarcoplasme granuleux non différencié, qui contient généralement plusieurs noyaux disposés suivant son axe, et qui est enveloppée par un manchon de fibrilles longitudinales placées sur une seule rangée. Une section transversale de la fibre montre nettement cette disposition : les fibrilles apparaissent comme une couronne de points autour d'une masse granuleuse centrale. Les fibrilles sont parfois assez nombreuses pour former par leur juxtaposition une gaine continue; mais, le plus souvent, elles sont indépendantes les unes des autres.

» Le plus grand diamètre de la fibre en coupe transversale atteint 18^{μ}; ordinairement il ne mesure que 15^{μ} environ. L'écorce fibrillaire est extrêmement mince par rapport au diamètre de la masse sarcoplasmique. La fibre doit donc être considérée comme peu différenciée. Elle rappelle l'aspect de la fibre cardiaque de certains Poissons, Batraciens et Reptiles, chez lesquels les myofibrilles se disposent également sur une assise unique à la périphérie de la fibre, ainsi que l'a montré Marceau (1903).

» Examinées en sections longitudinales, les fibres du myocarde de l'Anodonte paraissent, à un fort grossissement, formées de fibrilles striées transversalement. Il ne s'agit pas ici d'une fausse striation due à l'enroulement spiral des fibrilles autour de la fibre. La striation est très fine. Elle est due à une structure hétérogène des myofibrilles. Celles-ci sont formées par une série linéaire d'articles ou de grains allon s, très chromophiles, reliés par une substance à peine colorable : elles offrent donc une

alternance de parties hétérogènes correspondant à des disques sombres et à des bandes claires. Ces segments, plus longs que larges, ne présentent pas toujours des intervalles absolument égaux. La longueur totale, obtenue en mesurant ensemble un disque sombre et une bande claire, est en moyenne de $1^{\mu},5$.

» Dans le milieu des bandes claires, il est impossible de distinguer, même avec les meilleurs objectifs, des disques minces ou membranes Z qui, comme on le sait, constituent des réseaux transversaux. Mais, si le rôle qu'on attribue à ceux-ci dans l'assemblage des fibrilles en faisceau est exact, il serait vraisemblable de supposer leur existence. Car, dans les cas, peu fréquents il est vrai, où les fibrilles sont intimement juxtaposées, on observe parfois la concordance et le parallélisme à peu près parfait des disques sombres pour tout un faisceau de fibrilles.

» Néanmoins, par leurs caractères objectifs, les fibres du cœur de l'Anodonte rentrent dans la catégorie des fibres striées du type simple, telles que les ont définies Haswell et Prenant.

» Chez *Mytilus*, la structure est à peu près la même. Mais les fibres cardiaques anastomosées sont plus grêles. Leur diamètre transversal n'atteint guère que 8^{μ}. Les myofibrilles striées sont, plus souvent que chez *Anodonta*, juxtaposées à la périphérie du sarcoplasme, en petits faisceaux plats, dans lesquels la concordance des disques sombres est régulière, bien qu'on n'y distingue pas de disques minces. Les myofibrilles semblent parfois s'entrecroiser dans tous les sens au sein d'une masse protoplasmique granuleuse, parsemée de noyaux et non divisée en fibres distinctes.

» M. Fred Vles, au cours de recherches qu'il poursuit actuellement sur les Lamellibranches, a observé une striation transversale analogue dans les muscles du cœur de *Gryphœa angulata*.

» En somme, les fibres du cœur des Lamellibranches représentent un stade imparfait de l'évolution de la substance musculaire, si on les compare aux fibres plus différenciées des Arthropodes et des Vertébrés; mais elles marquent un perfectionnement considérable de la fibre lisse, évidemment en rapport avec le mode de leur contraction, qui est à la fois brusque et rythmique.

» Par la disposition de leurs fibrilles en une assise unique à la périphérie, comme par les détails de leur striation, elles se rapprochent des fibres cardiaques embryonnaires des Vertébrés inférieurs. Le disque mince, qui leur fait défaut, est en effet une pièce de perfectionnement, qui n'apparaît que secondairement, pendant la différenciation des fibres cardiaques et qui peut même rester imperceptible chez certains Poissons adultes. La description que Marceau a récemment donnée des fibres cardiaques du Poulpe, où il a observé la présence de disques minces nettement différenciés, montre que, par ce caractère, comme par tant d'autres, les Céphalopodes

lopodes sont, au point de vue du perfectionnement histologique des organes, sinon au point de vue phylogénétique, supérieurs aux Mollusques des autres classes. »

HISTOLOGIE. — *Sur les fibres musculaires du cœur chez la Nasse.* Note de M. **Mader**, présentée par M. Joannes Chatin.

« Le myocarde chez certains Mollusques gastéropodes et, en particulier, chez un Prosobranche, tel que la Nasse (*Nassa reticulata*), semble avoir une structure nettement striée. Cependant il n'en est rien :

» Si l'on considère la fibre dans sa partie moyenne, on voit des lignes plus sombres disposées parfois à des intervalles assez réguliers, ce qui permettrait de supposer une striation transversale, représentée uniquement par des disques sombres. Mais si l'on examine la fibre vers ses extrémités, on voit alors que ces stries ont une direction plus ou moins oblique, suivant l'état de contraction de cette fibre.

» C'est, en effet, que la contraction n'a pas lieu par l'intermédiaire de disques, mais par le jeu de filaments spiraux qui entourent les fibres à la manière de ressorts.

» Ces filaments ne présentent pas la même épaisseur d'un bout à l'autre; ceci est dû sans doute à leur état de contraction.

» Certaines fibres sembleraient présenter des filaments spiraux croisés, les spires des uns étant antagonistes des spires des autres.

» Cette disposition est peut-être à rapprocher de celle qui a été signalée chez la Lime, sous le nom de *striation en chevrons*. Mais, chez la Nasse, ce n'est qu'une apparence due à des superpositions de plans.

» On peut donc conclure que, chez ce Gastéropode, la fibre musculaire du cœur a une constitution histologique différente de celle que présente la fibre cardiaque, réellement striée, de certains autres Mollusques. Son mode de fonctionnement, bien que très différent, aboutit au même résultat qui est de donner une contraction rythmique régulière.

» Elle représente un état inférieur de la différenciation de la fibre musculaire, intermédiaire entre la fibre lisse et la fibre à striation simple que M. Vigier décrit chez l'Anodonte, et qui est elle-même une forme de transition vers la fibre striée du type composé, telle qu'on l'observe chez les Arthropodes et les Vertébrés. »

PHYSIOLOGIE. — *Effets du chromatisme de l'œil dans la vision des couleurs.* Note de M. A. **Polack**, présentée par M. Becquerel.

« J'ai l'honneur de présenter à l'Académie un fait très simple et facile à observer. Il consiste dans les modifications apportées à la vision des couleurs complexes par les divers états dioptriques de l'œil.

» Pour s'en rendre compte, il suffit d'examiner à distance les différentes couleurs d'une échelle chromométrique ordinaire (1), en faisant varier la réfraction de l'œil soit par l'accommodation, si l'on en est maître, soit au moyen de verres.

» En adoptant pour terme de comparaison les sensations de son œil emmétrope ou rendu tel par la correction, un observateur un peu sensible constatera avec des couleurs blanchâtres, disposées sur fond noir, les variations suivantes :

» 1° Quand l'œil est accommodé pour une distance moindre que celle de l'objet, ou est muni d'un verre convergent convenable, le rouge paraît plus saturé, le jaune tourne vers l'orangé, le vert devient plus jaunâtre ou roussâtre, le bleu prend une nuance gris violacé ;

» 2° Quand l'œil désaccommode, ou est muni d'une lentille divergente, quand, en un mot, son *remotum* est au delà de l'objet observé, le rouge paraît, au contraire, plus violacé, plus gris, le jaune plus verdâtre, le vert plus bleuté et le bleu devient plus saturé.

» Sur fond blanc, le phénomène est renversé; l'observateur y voit à l'état de myopie les transformations qu'il verrait sur fond noir à l'état d'hypermétropie et inversement, avec cette différence, pourtant, que l'effet en est moins net.

» Tout cela n'est bien manifeste qu'avec des objets vus sous un petit diamètre apparent.

» Il semble difficile au premier abord d'admettre l'influence de la réfraction de l'œil dans la vision des couleurs. L'aberration chromatique en donne cependant l'explication. En effet, à cause du chromatisme, si l'œil est accommodé pour une couleur, les autres produisent sur la rétine des

(1) L'échelle de de Wecker, dont les couleurs pigmentaires sont d'une saturation apparente moyenne et entourées d'un fond noir, répond bien aux besoins de l'expérience en question. Les couleurs plus saturées ne sont pas recommandables.

cercles de diffusion en rapport avec leur réfrangibilité (¹); il en résulte que l'image rétinienne correspondante se répartit sur une plus grande surface et diminue par conséquent d'éclat intrinsèque.

» On peut calculer approximativement cette diminution d'éclat d'après la grandeur respective des images rétiniennes. On aura la surface de l'image diffuse en bordant les contours de l'image nette d'une bande lumineuse ayant pour largeur le rayon du cercle de diffusion correspondant.

» Ainsi, quand on observe un carré de couleur rouge impure de 10^{cm} de côté, à 5^{m} de distance, l'œil présentant une ouverture pupillaire moyenne de 5^{mm} de diamètre et étant accommodé pour les radiations rouges, il se forme sur la rétine une image nette correspondant à ces radiations, tandis que les radiations complémentaires, qui déterminent le degré d'impureté de la couleur observée, produisent une image diffuse agrandie dans ses dimensions linéaires de deux rayons de cercle de diffusion. En calculant l'éclat intrinsèque de cette image par rapport à celui qu'elle présenterait, si l'œil était accommodé pour l'extrémité froide du spectre, on trouve, abstraction faite des infiniment petits du second ordre, que cet éclat est à peu près deux fois plus faible (²).

» Donc dans l'image rétinienne rouge et dans la sensation qui en résulte, les radiations complémentaires n'agissent que par la moitié de leur éclat relatif, et le rouge paraît d'autant plus pur, plus saturé. Il en serait de même, sauf variation quantitative, si, l'œil n'étant accommodé pour aucune des radiations du spectre visible, la rétine se trouvait un peu en arrière du foyer rouge. Dans ces conditions les cercles de diffusion rouges seront plus petits que les cercles bleus, de sorte que la diminution d'éclat relatif sera plus marquée dans le bleu et qu'une couleur rouge paraîtra plus saturée. Pour des raisons semblables l'éclat relatif du rouge sera plus faible et une couleur bleue paraîtra plus pure, quand l'œil sera accommodé pour les radiations très réfrangibles, ou quand la rétine se trouvera un peu en avant de leur foyer.

» Dans ce qui précède, j'ai supposé que les couleurs sont observées sur fond noir. Celui-ci, par le peu de lumière qu'il réfléchit, n'exerce guère d'influence appréciable. Mais un fond blanc se comporte autrement; il représente une véritable source lumineuse d'une intensité supérieure à celle de la couleur et produit à son tour des cercles de diffusion, par les radiations pour lesquelles l'œil n'est pas accommodé. Il en résulte une

---

(¹) On admet que, dans les conditions ordinaires de la vision d'un œil emmétrope, l'accommodation se fait sur le cercle de diffusion commun aux radiations extrêmes du spectre visible.

(²) L'intervalle, entre le foyer rouge et le foyer bleu qui m'a servi à calculer les cercles de diffusion, est pris ici pour $0^{mm},5$, ce qui est plutôt trop faible et un peu inférieur aux chiffres donnés par Matthissen pour le pouvoir dispersif de l'œil.

dispersion chromatique qui se propage du fond vers la couleur d'un côté et de la couleur vers le fond d'un autre. La dispersion qui provient du fond présente un plus grand éclat et modifie, par conséquent, la sensation de la couleur observée. On comprend ainsi pourquoi le résultat de l'observation varie avec le fond. Pourtant, avec une couleur vue sous un diamètre apparent suffisamment grand, on remarque que la modification qu'elle subit n'est influencée par le fond que sur les bords de sa plage, tandis qu'au centre elle se modifie comme sur un fond noir.

» On a vu, dans le courant de cette étude, que par l'aberration chromatique une partie d'éclat relatif des radiations pour lesquelles l'œil n'est pas accommodé est exclue de la sensation principale. Mais l'énergie lumineuse produite n'est pas perdue. Je dirai ultérieurement, à propos du contraste, sous quelle forme elle me paraît se manifester. Pour le moment, je crois avoir démontré que le chromatisme et par lui l'état dioptrique de l'œil exercent une influence indiscutable sur la vision des couleurs.

» Ceci étant, on s'explique pourquoi certains peintres recherchent instinctivement l'état de myopie quand il s'agit d'apprécier la coloration de leur modèle. Ils y arrivent souvent en accommodant pour une distance plus petite que celle du modèle et, si l'effort accommodatif est accompagné d'une convergence sensible, ils ferment un œil pour ne pas être gênés par la diplopie. Dans le même ordre d'idées, le peintre faiblement myope renonce aux verres correcteurs; il affirme voir la nature plus colorée à l'œil nu.

» On peut donc, par un emploi judicieux de l'œil, se servir de l'aberration chromatique pour obtenir des impressions plus franches de la couleur, surtout s'il s'agit de mélanges très lavés de blanc. »

PHYSIOLOGIE. — *Nouvel exemple d'adaptation physique entre un excitant naturel (vibration sonore) et l'organe percepteur central.* Note de M. **Augustin Charpentier**, présentée par M. Bouchard.

« Dans une Note du 24 mai dernier j'ai constaté pour deux sens, l'olfaction et la vision, que le fait d'approcher de leurs centres corticaux l'excitant spécifique correspondant (corps odorant, lumière) *sans passer par l'organe périphérique* et dans des conditions où ces centres ne semblent pas pouvoir être influencés, sans qu'il existe, notamment, de perception consciente, il se produisait néanmoins un renforcement *spécifique* dans leur action sur un

écran phosphorescent, ce qui implique une certaine adaptation *immédiate* entre l'agent naturel et le centre correspondant.

» J'ai observé les mêmes faits dans le domaine de l'audition.

» On peut prendre comme source sonore un diapason, une lame de cuivre en U, un tuyau à air, un sifflet, etc., à la condition que, les oreilles étant bouchées, le son ne soit pas assez fort pour être perçu. L'extrémité d'une lame du diapason ou le pourtour de la bouche du tuyau sont pourvus d'une petite tache de sulfure phosphorescent. On promène ces sortes d'écrans sur le côté du crâne, d'abord à l'état inactif, et l'on constate comme d'habitude un éclat assez uniforme, abstraction faite des scissures (A. Broca) et de points plus brillants qui n'ont rien à faire avec l'audition (voisinage de l'œil, bosses pariétales, etc.) et qui d'ailleurs ne donnent pas plus de luminosité relative quand on produit des vibrations sonores.

» Si au contraire on fait vibrer le diapason ou le tuyau, les oreilles étant bouchées et *le son non perçu*, il y a, indépendamment de l'éclairement un peu plus grand produit par le fait de vibration, une augmentation d'éclat manifeste localisée dans une région située à 1^{cm} ou 2^{cm} au-dessus du pavillon auditif, et qui répond exactement, comme situation et comme étendue, à la région qui, excitée précédemment par des rayons N, donnait lieu à une augmentation de la sensation auditive (Note du 29 février 1904). Cette région, nous l'avons vu, concorde assez bien avec la position attribuée à la zone corticale auditive dans le lobe temporal.

» C'est donc le troisième exemple d'une influence exercée *directement et en dehors de toute perception*, par un agent naturel sur le centre cérébral correspondant (et réciproquement). »

PHYSIOLOGIE. — *Action des rayons* N *sur le tronc nerveux isolé*. Note de MM. **Paul-L. Mercanton** et **Casimir Radzikowski**, présentée par M. d'Arsonval.

« Les travaux de M. A. Charpentier ont établi que le système nerveux, tant périphérique que central, en activité, émet des rayons N en abondance. Il nous a paru logique de rechercher si, d'une part, l'excitation du nerf pouvait, par réciprocité, être provoquée par l'influence des rayons N et si, d'autre part, une modification intime de la substance nerveuse intervenait sous cette même influence.

» Nous nous sommes adressés pour cela à la réaction connue sous le nom de *variation négative*, la plus sensible des réactions objectives du nerf. Nous en avons mis en œuvre le dispositif classique en utilisant le nerf sciatique de la grenouille. Nous nous sommes chaque fois assurés de l'excitabilité de cet organe en le faisant réagir sous l'effet de son propre courant de lésion ou sous celui de faibles décharges oscillantes.

» Les sources de rayons N employées ont été :

» *a*. Une forte lampe Nernst de 200 bougies environ dont une lentille, de quartz d'abord, de verre ensuite, donnait une image réelle sur le segment voulu du nerf étalé sur des électrodes impolarisables de Dubois-Reymond; un écran de bois arrêtait les radiations thermiques et lumineuses;

» *b*. Une bille de roulement, en acier trempé, de 13^{mm} de diamètre;

» *c*. Une grosse lime, presque neuve;

» Un écran de carton mouillé permettait de soumettre et de soustraire alternativement le nerf à l'effet des rayons N.

» Le galvanomètre utilisé était du type Thomson-Carpentier, à quatre bobines, et donnait, sous l'influence du courant de lésion, des déviations supérieures à dix divisions de l'échelle. On aurait pu estimer une variation négative au $\frac{1}{100}$.

» Les résultats de nombreux essais ont été constamment et complètement négatifs. Nous n'avons pu observer aucune variation quelconque de la déviation galvanométrique, quelles qu'aient été la durée et la fréquence d'action des rayons. Le nerf n'est donc pas excitable par les rayons N.

» Secondement, nous avons dirigé le faisceau de rayons sur le segment du nerf compris entre les électrodes, mais sans pouvoir constater aucune influence sur le courant de lésion. La résistance électrique du nerf n'est donc pas modifiée par les rayons N.

» Enfin nous avons étudié l'influence des mêmes rayons sur le temps du réflexe. Nous avons fait usage d'une grenouille décapitée dont on irritait une patte postérieure en la plongeant dans une solution aqueuse de H^2SO^4 au $\frac{2}{1000}$. Le délai de rétraction du membre irrité n'a pas paru modifié par la projection sur la moelle épinière de l'animal d'un faisceau de rayons N venant de la lampe Nernst. Toutefois, force nous a été d'abandonner bientôt cette méthode, l'expérience nous ayant montré que le temps réflexe croît, toute condition restant identique par ailleurs, avec le nombre des opérations, et cela d'une façon très irrégulière. »

PHYSIOLOGIE. — *Recherches sur les effets physiologiques du radium.* Note de MM. C.-J. SALOMONSEN et G. DREYER, présentée par M. Bouchard.

« *Dispositif.* — Nous avions à notre disposition 50^{mg} de bromure de radium pur [1] couverts d'une plaque de mica. Nous avons fait les expériences spécialement sur une espèce de *Nassula* et sur un *amibe formant des kystes*. Nous placions les animalcules dans des gouttes pendantes d'une infusion de foin étendue. Pour obtenir l'éclairement *fort*, nous nous sommes servis de chambres humides munies d'une paroi très mince de mica; pour l'éclairement *faible*, nous avons muni les chambres d'une paroi relativement épaisse ($1^{mm},8$) de quartz. Sous l'action du radium celui-ci prenait une coloration brune ou violette et pareille à celle découverte et étudiée pour le verre, par Mme Curie. A quelque distance du lieu d'application du radium paraissent aussi des parties colorées délimitées par des lignes droites, circonstance qui est peut-être due à la structure à macles du quartz. En cas d'éclairement prolongé, on est forcé quelquefois d'ajouter, pendant l'expérience, du liquide à la goutte placée sous le radium, laquelle montre toujours des signes de dessèchement bien avant que les gouttes de contrôle en font voir. Ce dessèchement est causé peut-être par le dégagement de chaleur du radium.

» *Nassula.* — L'effet de l'éclairement *faible* de la *Nassula* n'est pas mortel, pas même si l'éclairement se continue 6 jours de suite.

» Mais déjà au bout de 24 heures d'éclairement, et encore plus au bout de 48 heures, on constate des changements pathologiques manifestes : l'animalcule devient plus grossier et plus large, le noyau devient plus visible, se gonflant sensiblement; enfin la multiplication des animalcules est considérablement entravée. Au bout de 1 ou 2 jours, si l'on écarte le radium, la multiplication des individus malades recommence, et les générations suivantes ne présentent pas d'anomalies. En éclairant à travers des plaques minces de mica, on obtenait des effets beaucoup plus grands. Immédiatement après un traitement s'étendant sur 90 minutes, les animalcules étaient encore sains en apparence et vifs. Mais au courant du jour suivant ont paru des symptômes maladifs (chan-

---

[1] L'intensité du rayonnement de notre préparation de radium n'a pas été mesurée par la méthode électrique, mais l'action puissante physiologique ressort du fait que, après trois fois 10 minutes de traitement, elle a pu faire disparaître une tumeur cancéreuse de souris de 9^{mm} sur 10^{mm} (tumeur bien connue, décrite par M. le professeur Jensen de Copenhague).

gement de forme, gonflement de noyau, pulsation lente), qui cependant ont disparu de nouveau. Après 8 à 9 heures d'éclairement, les animalcules étaient sensiblement gonflés, s'approchant souvent de la forme globulaire. La vacuole pulsatrice était notablement distendue avec prolongation extrême de la période de contraction. Ces symptômes, qui du reste ne sont pas spécifiques, ont été suivis par la mort dans le courant de quelques jours. Après 15 à 20 heures d'éclairement, la destruction de tous les individus s'était accomplie, accompagnée de symptômes semblables.

» *Amœbiens.* — La résistance aux rayons de Becquerel des différents Amœbiens varie beaucoup : tel petit amibe, avec lequel nous avons fait une courte série d'expériences, a été tué après moins de 12 heures d'éclairement à travers le cristal de roche; tel autre a continué de vivre et de se mouvoir même au bout de 4 jours d'éclairement. C'est avec la dernière espèce que nous avons fait presque toutes nos expériences.

» En exposant les *kystes* à l'action *faible* du radium, leur développement en amibes n'a pas été influencé d'une manière sensible, mais la multiplication des amibes a été fortement entravée. Leurs pseudopodes sont devenus un peu plus grossiers, leur mouvement s'est ralenti. Le phénomène le plus frappant, cependant, était leur *petitesse extrême.* A plusieurs reprises nous avons opéré des ensemencements de tels *amibes nains* dans des gouttes fraîches d'eau de foin, en les observant plusieurs (jusqu'à quinze) jours de suite. Le nombre n'en a pas grandi; ils sont restés minimes ou même se sont rétrécis, conservant leur mouvement amiboïde longtemps après que les témoins s'étaient enkystés. Dans quelques-unes de ces expériences, nous avons observé la transformation des petits amibes en *kystes nains.*

» Il n'est pas facile de décider si l'on a là le cas d'un véritable nanisme produit par l'action directe du radium sur les kystes et sur les amibes, ou bien si la petitesse est causée par des conditions de nutrition défavorables, ou, enfin, si l'une et l'autre de ces deux influences s'y font valoir. On pourrait supposer que la nutrition était dérangée non seulement par l'atténuation de la faculté de nutrition des animalcules, mais encore par l'action destructrice du radium sur les bactéries qui servent d'aliment aux amibes. La solution de ces questions demande une série d'expériences qui nous occupent en ce moment. Provisoirement, nous avons réussi, moyennant une alimentation renforcée avec des bactéries appropriées, à faire reprendre aux amibes développés après 24 heures d'éclairement le volume normal et à les faire multiplier et s'enkyster normalement.

» L'éclairement *fort* empêche pendant toute sa durée le développement des *kystes* en amibes. Mais il n'empêche pas un développement *postérieur* même en agissant pendant 14 heures. Les kystes, au contraire, exposés à l'éclairement du radium pendant 24 heures ou au delà, ont péri. Une seule fois nous avons observé des kystes, en très petit nombre, continuer à vivre après un éclairement de cette durée.

» Comparés aux kystes, les amibes font preuve, vis-à-vis du radium, d'une longévité surprenante. Les amibes exposés à l'action *forte* pendant 12-24 heures prennent la forme circulaire avec des contours accusés comme cela arrive aussi sous l'action

d'autres puissances nuisibles. Si l'action du radium est prolongée ultérieurement, jusqu'à 48 heures par exemple, on voit mourir un nombre toujours plus grand des amibes circulaires. Plus tard, toutefois, une partie en pourra reprendre la forme amœboïde.

» Nous avons encore fait des expériences avec le *Trypanosoma Brucei*. Une goutte de sang de souris fourmillant de Trypanosomes et délayée dans une solution de NaCl de 0,85 pour 100 ayant été exposée à l'éclairement *faible*, les Trypanosomes ont été tués en 2 ou 3 heures, tandis que les animaux de contrôle mouraient spontanément 6 à 8 heures plus tard.

» Ajoutons que le radium possède une *faculté hémolytique* très prononcée variant avec les espèces d'animaux : ainsi, tandis qu'une goutte de sang de souris délayée dans une solution de NaCl de 0,85 pour 100 était complètement hémolysée, au bout de 3 à 4 heures l'hémolyse de la même quantité de sang d'homme ou de lapin demandait un temps trois ou quatre fois plus long. »

PHYSIOLOGIE EXPÉRIMENTALE. — *Les combustions intraorganiques sont indépendantes de la proportion d'oxygène contenue dans le sang artériel; la respiration dans une atmosphère à oxygène fortement raréfié provoque un abaissement considérable du taux de l'oxygène dans le sang artériel, mais ne modifie pas la valeur des échanges respiratoires.* Note de M. **J. Tissot**, présentée par M. Chauveau.

« D'après les expériences de P. Bert, la respiration dans une atmosphère décomprimée (aux grandes altitudes ou dans une chambre à décompression) provoque une diminution du taux de l'oxygène dans le sang artériel.

» Le fait a été vérifié par plusieurs physiologistes, notamment par A. Mosso, dans de récentes publications.

» On a souvent conclu, à tort, que cette diminution du taux de l'oxygène dans le sang artériel entraînait une diminution des combustions intraorganiques, particulièrement pour expliquer les causes du mal d'altitude.

» Les expériences que j'ai exposées dans une Note précédente ont montré l'invariabilité des combustions intraorganiques évaluées par les échanges respiratoires, chez un sujet qui respire de l'air dont la tension de l'oxygène a été considérablement diminuée. Il était nécessaire de déterminer les modifications que ces mêmes conditions produisent dans les gaz du sang artériel; il était aussi du plus grand intérêt de démontrer que, sur

le même sujet, il n'y a aucune relation entre les variations des gaz du sang artériel et les combustions intraorganiques; c'est là le but des expériences qui suivent et qui ont été effectuées sur le chien.

» *Dispositif expérimental.* — C'est le même que celui qui a été décrit dans une Note précédente, sauf que l'appareil respiratoire adapté aux narines de l'homme s'adapte ici à une muselière qui s'ajuste parfaitement sur le museau de l'animal, sans laisser de possibilité à une rentrée d'air extérieur. Le sujet respire à l'aide de cette muselière un mélange gazeux de composition connue, contenu dans un gazomètre à compensation automatique et le rejette dans un spiromètre également à compensation automatique.

» L'analyse et la mesure des gaz inspirés et expirés permet d'évaluer avec précision les combustions respiratoires. L'animal étant immobilisé sur une gouttière, on prélève dans la carotide un échantillon de sang avant, pendant et après l'inhalation du mélange gazeux. Ce mélange est obtenu en ajoutant de l'azote à de l'air atmosphérique, procédé commode et rapide pour diminuer à volonté la tension de l'oxygène de l'air.

» Le Tableau suivant contient les résultats obtenus dans quatre expériences; dans la quatrième il a été fait, en même temps que la recherche des gaz du sang, la détermination de coefficients respiratoires au moment même des prélèvements de sang.

Numéros des expériences.	Nature des gaz inspirés.	Durée de l'inhalation.	Gaz du sang artériel pour 100^{cm^3} de sang. Vol. tot. de gaz.	CO².	O².	Az.	Débit respiratoire par minute.	Intensités des échanges respiratoires CO² exhalé.	O² absorbé.	Quotient respiratoire.	Proportion d'oxygène du mélange gazeux.	Altitude équivalente.	Pression barométrique équivalente.
			cm³	cm³	cm³	cm³	l					m	mm
1	air ordinaire	m	61,12	38	21,20	1,92	9	//	//	//	//	0	//
	mélange gazeux	29	54,55	35,12	17,58	1,85	10	//	//	//	11,8	4616	429
	air ordinaire		62,12	38,26	22,62	1,24	11,5	//	//	//	//	0	//
2	air ordinaire		62,12	38,26	22,62	1,24	11,5	//	//	//	//	0	//
	mélange gazeux	13	47,36	29,48	16,09	1,79	17,3	//	//	//	9,38	6670	341
	air ordinaire		53,30	30,96	21,22	1,12	10,5	//	//	//	//	0	//
3	air ordinaire		60,30	42,16	17,01	1,13	5,52	//	//	//	//	0	//
	mélange gazeux	40	51,61	35,90	14,14	1,57	5,48	//	//	//	13,15	3630	478
	air ordinaire		58,30	39,75	17,2	1,35	5,56	//	//	//	//	0	//
4	air ordinaire		59,92	40,39	17,12	2,41	6,2	158	157	1,006	//	0	//
	mélange gazeux	33	50,57	38,46	10,1	2,01	6,68	172	163	1,055	9,77	6300	355
	air ordinaire		60,30	42,16	17,01	1,13	5,52	157	167	0,94	//	0	//

» On peut conclure de l'examen de ces résultats :

» 1° Une diminution considérable de la tension de l'oxygène dans l'air inspiré provoque une forte diminution du taux de l'oxygène dans le sang artériel. Cette diminution a lieu même quand la diminution de tension de l'oxygène dans l'air inspiré produit une augmentation notable de la ventilation pulmonaire (expérience II).

» 2° La grande diminution du taux de l'oxygène dans le sang artériel,

provoquée par la diminution de la tension de l'oxygène dans l'air inspiré, n'est pas accompagnée d'une modification de l'intensité des échanges respiratoires.

» 3° *Les combustions intraorganiques, évaluées d'après les échanges respiratoires, sont indépendantes de la proportion d'oxygène contenue dans le sang artériel.* »

PHYSIOLOGIE EXPÉRIMENTALE. — *Recherches sur le sang des Sélaciens. Action toxique du sérum de Torpille* (Torpedo marmorata). Note de M. E. Gley, présentée par M. Bouchard.

« Les Murénides, dans le sang desquels A. Mosso a découvert un poison si violent [1], sont des Téléostéens. Dans le sang d'autres Poissons trouve-t-on aussi un venin? Prenons, par exemple, les Sélaciens. Parmi eux il y a tout un groupe particulièrement intéressant au point de vue physiologique celui des Hypotrèmes, comprenant les Raies et les Torpilles, c'est-à-dire des Poissons électriques.

» J'ai constaté que le sang de Torpille (*Torpedo marmorata*) contient une substance très toxique pour divers Mammifères : Chien, Lapin, Cobaye [2].

» On recueille aisément le sang de cet animal en introduisant une canule dans l'aorte, près du cœur. On centrifuge, on obtient une grande quantité d'un sérum clair, habituellement et très légèrement bleuâtre, qui se conserve sans altération à la glacière, si l'on a pris soin de le recueillir aseptiquement. Pour 10^{cm^3} de sang on a de 8^{cm^3} à 9^{cm^3} de sérum. Le sang contient donc peu d'éléments solides. Ce sang, quand il n'a pas été en contact avec les tissus de l'animal, coagule très lentement. Par la centrifugation, on obtient souvent, en réalité, non pas le sérum, mais le plasma. A la longue, il se forme dans ce plasma un caillot en sac. Le plasma coagule

(1) A. Mosso, *Un venin dans le sang des Murénides* (*Arch. italiennes de Biol.*, 1888, t. X, p. 141-169). Mosso a expérimenté avec le sang d'Anguille, de Congre et de Murène.

(2) Ces recherches ont été commencées à la Station biologique d'Arcachon où j'ai été accueilli, par le professeur Jolyet, de la façon la plus aimable. Depuis, il a pris la peine de m'envoyer du sérum dans d'excellentes conditions. Je dois le remercier vivement de cette obligeance.

abondamment à la température de 56°; on peut donc admettre qu'il contient beaucoup de matière fibrinogène.

» Le sérum de Torpille, injecté dans les veines du Lapin, tue cet animal à la dose de $1^{cm^3},8$ à 2^{cm^3} par kilogramme [1]. Le sérum est préalablement dilué dans une égale quantité d'eau salée ou dans une quantité supérieure. A cette dose les Lapins meurent dans un laps de temps qui varie de 8 ou 10 minutes (le plus fréquemment) à 40 minutes. Les principaux accidents consistent en des troubles respiratoires (augmentation de l'amplitude des mouvements respiratoires, dyspnée, quelquefois de la polypnée), de la parésie, un peu d'agitation motrice; la parésie s'aggrave rapidement et la respiration s'arrête, la sensibilité est conservée jusqu'à la mort; à l'ouverture immédiate du thorax, on constate que le cœur bat encore.

» Avec des doses moindres (1^{cm^3} à $1^{cm^3},5$ par kilogramme) les animaux présentent des accidents plus ou moins graves (polypnée, parésie, diarrhée, abaissement de la température centrale) qui durent plus ou moins longtemps (en général 24 heures avec la dose de $1^{cm^3},5$ par kilogramme).

» Ce sérum est un peu plus toxique pour le Cobaye. La dose de $1^{cm^3},5$ par kilogramme tue en 10 minutes (l'injection est faite dans une veine jugulaire); avec 1^{cm^3} les animaux meurent en quelques heures (5 à 6 heures). Les troubles respiratoires et de la motricité sont analogues à ceux que présentent les Lapins; on observe quelques mouvements convulsifs [2]; la mort est due aussi à l'arrêt de la respiration.

» Je n'ai pas déterminé la toxicité pour le Chien. Mais j'ai constaté sur cet animal qu'à la dose de $0^{cm^3},7$ par kilogramme le sérum de Torpille, injecté dans une veine, amène une chute considérable de la pression sanguine intra-artérielle et une grande diminution de la coagulabilité du sang. Ce sont des effets que produit aussi le sérum d'Anguille. Quand la pression s'est un peu relevée, une nouvelle dose la fait de nouveau tomber. Il est possible que l'on obtienne cette diminution de la pression avec des doses plus faibles encore.

» Quelques expériences m'ont montré que la Grenouille est extrêmement résistante au sérum de Torpille. Une Grenouille de 64^{g} a parfaitement résisté, n'ayant présenté que de l'accélération passagère des mouvements respiratoires, à l'injection sous-cutanée de 2^{cm^3} de sérum; une autre, il est vrai, du poids de 85^{g} (69^{g} si l'on défalque 16^{g} d'œufs), est morte, après avoir reçu la même dose, en trois jours, le train postérieur étant complètement paralysé dès le lendemain.

» Le sérum chauffé pendant 15 minutes à 57° perd ses propriétés toxiques. Du moins, une quantité un peu supérieure ($2^{cm^3},4$ par kilogramme) à la dose sûrement mortelle chez le Lapin et une dose double (3^{cm^3} par kilogramme) de la dose sûrement mortelle chez le Cobaye n'ont pas provoqué d'accidents. On sait que tous les sérums toxiques perdent leur action par le chauffage au-dessus de 55°; c'est là un fait général.

---

(1) Le sérum d'Anguille est environ dix fois plus toxique pour le Lapin [voir L. CAMUS et E. GLEY, *Recherches sur l'action physiologique du sérum d'anguille...* (*Arch. intern. de Pharmacodynamie*, 1898, t. V, p. 247-305)].

(2) Les Lapins en présentent aussi parfois, mais cette phase est très brève.

» Parmi les propriétés du sérum de Torpille, il faut spécialement signaler son pouvoir globulicide. Par là encore il se rapproche de tous les autres sérums. Les globules du Lapin laissent diffuser leur hémoglobine en quelques heures dans une solution isotonique de chlorure de sodium à laquelle on a ajouté du sérum, même dilué à $\frac{1}{1000}$; après 24 heures il y a une légère hémolyse avec la dilution à $\frac{1}{2000}$. Les globules du Cobaye sont un peu plus sensibles; l'hémolyse est nette après 10 heures dans la dilution à $\frac{1}{2000}$; avec $\frac{1}{4000}$, il y a encore une très légère hémolyse. Ce sérum est donc très hémolytique. Il l'est beaucoup moins cependant que le sérum d'Anguille qui détruit encore les globules du Lapin à $\frac{1}{10000}$ et à $\frac{1}{15000}$ (1). Ce sérum, chauffé à 56° pendant 15 minutes, a perdu cette propriété, même une dilution à $\frac{1}{10}$ reste sans effet.

» Par des injections répétées et graduellement croissantes de sérum, on peut immuniser le Lapin contre l'action toxique. En même temps, lorsque l'immunité est réalisée, le sérum du Lapin a acquis la propriété antiglobulicide; une quantité déterminée du sérum de l'animal immunisé protège les globules d'un autre Lapin contre l'action hémolytique d'une quantité déterminée du sérum de Torpille (2); la dose antihémolytique nécessaire varie naturellement avec le degré d'immunisation.

» Je me propose de rechercher si le sang de la Raie, Poisson électrique du même groupe, est également toxique, et si le sang d'autres Sélaciens, non électriques, présente ou non la même propriété. »

ÉCONOMIE RURALE. — *Le sulfure de calcium contre la cuscute et autres parasites nuisibles à l'agriculture.* Note de M. F. **Garrigou**, présentée par M. Arm. Gautier.

« Il y a 10 ans j'ai eu l'idée d'essayer l'application du sulfure de calcium à la destruction des parasites qui se développent, soit sur certaines plantes maraîchères, soit sur des plantes fourragères, soit, enfin, sur des plantes d'agrément.

» 1° *Plantes maraîchères.* — Sur le *faba vulgaris* (fève) envahie par une série d'insectes noirs, microscopiques, le sulfure de calcium en poudre a fait table rase de toutes les colonies envahissantes. De même sur le *pisum sativum* (pois). De même encore sur le *phaseolus vulgaris* (haricot).

» Il faut avec ces légumineuses très fragiles, agir avec précaution, c'est-à-dire ne pas exagérer la quantité de sulfure insufflé pour ne pas altérer la plante elle-même.

» 2° *Plantes fourragères.* — C'est surtout contre la *cuscute*, convolvulacée si ter-

(1) Voyez L. Camus et E. Gley, *loc. cit.*

(2) C'est un nouvel exemple d'une réaction directe, *in vitro*, d'une antitoxine sur une toxine (voyez L. Camus et E. Gley, *loc. cit.*).

rible pour les prairies artificielles constituées par les luzernes (*medicago sativa*), que j'ai employé le sulfure de calcium.

» On peut, avec ce parasiticide, faire en deux jours complètement disparaître la cuscute. Quelques heures après que l'on a saupoudré de sulfure, la cuscute commence à noircir, en se flétrissant, et 48 heures après, surtout si le temps a été un peu humide, elle est complètement détruite. Il ne reste qu'à l'arracher au râteau. Généralement, la tache produite par cette plante envahissante disparaît pour jamais, surtout si l'on a eu le soin de faire l'opération avant la fructification.

» Mes expériences comparatives avec le sulfate de fer, généralement préconisé et employé contre ce parasite végétal, indiquent une supériorité marquée et durable du sulfure de calcium.

» 3° *Plantes d'agrément.* — Ce parasiticide, insufflé sur les branches jeunes et sur les boutons de roses, avec quelque persistance, détruit en quelques heures également les pucerons si vulgaires des rosiers. Les roses restent intactes.

» Une condition est nécessaire pour que le sulfure de calcium ait toute son activité : c'est que le temps soit humide ou que l'on humecte légèrement la poudre après qu'on l'a insufflée. Dans ces conditions, l'acide sulfhydrique se dégage et c'est lui principalement qui tue les parasites, soit animaux, soit végétaux. »

M. Augustin Coret demande l'ouverture d'un pli cacheté déposé par lui, le 12 septembre 1893, et dont le dépôt a été accepté.

Ce pli, inscrit sous le n° 4949, est ouvert en séance par M. le Secrétaire perpétuel. Il renferme une Note ayant pour titre : « Projet d'une horloge dont le pendule conique fonctionnerait dans le vide et permettrait de rendre sensibles les effets mécaniques provoqués par de très faibles radiations ».

(Renvoi à l'examen de M. Lippmann.)

A 4 heures un quart l'Académie se forme en Comité secret.

La séance est levée à 5 heures.

G. D.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

Ouvrages reçus dans la séance du 24 mai 1904.
(Suite.)

M. le Dr Bashford fait hommage des quatre Opuscules suivants :

The problems of cancer, by E.-F. Bashford. (Extr. de *British medical Journal*, 18 juillet 1903.) 1 fasc. in-8°.

Scientific Reports on the investigations of the cancer research fund, under the direction of the Royal College of Physicians of London and the Royal College of Surgeons of England, n° 1. *The zoological distribution, the limitations in the transmissibility, and the comparative histological and cytological characters of malignant new growths*. Londres, Taylor et Francis, 1904; 1 fasc. in-8°.

The signifiance of the zoological distribution, the nature of the mitoses, and the transmissibility of cancer, by E.-F. Bashford and J.-A. Muray. (Extr. des *Proceedings of the Royal Society*, vol. LXXIII, 1904.) 1 fasc. in-8°.

Conjugation of resting nuclei in an epithelioma of the mouse, by E.-F. Bashford. (Extr. des *Proceedings of the Royal Society*, vol. LXXIII, 1904.) 1 feuille in-8°.

A simple key to the changes of the weather, by D.-A.-N. Grover. Acoma publishing Compagny, Kansas City, Mo.; 1 fasc. in-12.

Report of Committee on southern and solar observatories, pub. by the Carnegie Institution, december 1903. Washington, 1 fasc. in-8°.

New method for determining compressibility, by Theodore William Richards and Wilfred Newsome Stull; pub. by the Carnegie Institution, december 1903. Washington, 1 fasc. in-8°.

Desert botanical laboratory of the Carnegie Institution, by F. Vernon Coville and D. Trembly Macdougal. Washington, 1903; 1 fasc. in-8°.

Carnegie Institution of Washington. Year Book, n° 2, 1903. Washington, 1904; 1 vol. in-8°.

Regenwaarnemingen in Nederlandsch-Indië, vier en twintigste jaargang, 1902. Batavia, 1903; 1 vol. in-4°.

Comptes rendus des séances de la quatorzième Conférence générale de l'Association géodésique internationale, réunie à Copenhague du 4 au 13 août 1903, rédigés par le Secrétaire perpétuel H.-G. Van de Sande Bakhuyzen. Vol. I : *Procès-verbaux et rapports des Délégués sur les travaux géodésiques accomplis dans leurs pays;* avec 10 cartes et planches. Berlin, Georg Reimer, 1904; 1 vol. in-4°.

Bestimmung der Längendifferenz Potsdam-Greenwich im Jahre 1903. (*Veröffentlichung des königl. preuss. geodätischen Institutes*, neue Folge, n° 15.) Berlin, 1904; 1 fasc. in-4°.

Nachrichten von der königl. Gesellschaft der Wissenschaften zu Göttingen. Mathematisch-physikalische Klasse, 1904, Heft 1. Gœttingue; 1 fasc. in-8°.

Sitzungsberichte der mathematisch-physikalischen Klasse der k. b. Academie der Wissenschaften zu München; 1904, Heft 1. Munich; 1 fasc. in-8°.

Bulletin international de l'Académie des Sciences de Cracovie, classe des Sciences mathématiques et naturelles; nos 1-3, janvier-mars 1904. Cracovie; 3 fasc. in-8°.

Universidad central de Espana. Memoria del curso de 1901 *a* 1902 *y anuario del de* 1902 *a* 1903 *de su distrito universitario.* Madrid, 1903; 1 vol. in-4°.

Proceedings of the sixteenth annual meeting of the Association of Economic Entomologists, december 1903. Washington, 1904; 1 vol. in-8°.

Bulletin of the University of Kansas. Science Bulletin; vol. II, nos 1-9, november 1903. Lawrence; 2 vol. in-8°.

ERRATA.

(Séance du 6 juin 1904.)

Note de M. *Guédras,* Sur le sulfate de baryte de la Lozère :

Page 1440, ligne 16, *au lieu de* crétacée, *lisez* crétée.

Note de M. *Ch. Porcher,* Des injections de phloridzine chez la vache laitière :

Page 1458, ligne 4 en remontant, *au lieu de* lactosine phloridzique, *lisez* lactosurie phloridzique.

Page 1459, ligne 16, *au lieu de* hypoglycémie, *lisez* hyperglycémie.

N° 24.

TABLE DES ARTICLES. (Séance du 13 juin 1904.)

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS
DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

NOMINATIONS.

CORRESPONDANCE.

N° 24.

SUITE DE LA TABLE DES ARTICLES.

PARIS. — IMPRIMERIE GAUTHIER-VILLARS,
Quai des Grands-Augustins, 55.

Le Gérant : Gauthier-Villars.

1904

PREMIER SEMESTRE.

COMPTES RENDUS

HEBDOMADAIRES

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES

PAR MM. LES SECRÉTAIRES PERPÉTUELS.

TOME CXXXVIII.

N° 25 (20 Juin 1904).

PARIS,

GAUTHIER-VILLARS, IMPRIMEUR-LIBRAIRE

DES COMPTES RENDUS DES SÉANCES DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES,

Quai des Grands-Augustins, 55.

1904

RÈGLEMENT RELATIF AUX COMPTES RENDUS

ADOPTÉ DANS LES SÉANCES DES 23 JUIN 1862 ET 24 MAI 1875.

Les *Comptes rendus hebdomadaires des séances de l'Académie* se composent des extraits des travaux de ses Membres et de l'analyse des Mémoires ou Notes présentés par des savants étrangers à l'Académie.

Chaque cahier ou numéro des *Comptes rendus* a 48 pages ou 6 feuilles en moyenne.

26 numéros composent un volume.

Il y a deux volumes par année.

ARTICLE 1er. — *Impression des travaux de l'Académie.*

Les extraits des Mémoires présentés par un Membre ou par un associé étranger de l'Académie comprennent au plus 6 pages par numéro.

Un Membre de l'Académie ne peut donner aux *Comptes rendus* plus de 50 pages par année.

Toute Note manuscrite d'un Membre de l'Académie ou d'une personne étrangère ne pourra paraître dans le *Compte rendu* de la semaine que si elle a été remise le jour même de la séance.

Les Rapports ordinaires sont soumis à la même limite que les Mémoires; mais ils ne sont pas compris dans les 50 pages accordées à chaque Membre.

Les rapports et Instructions demandés par le Gouvernement sont imprimés en entier.

Les extraits des Mémoires lus ou communiqués par les Correspondants de l'Académie comprennent au plus 4 pages par numéro.

Un Correspondant de l'Académie ne peut donner plus de 32 pages par année.

Les *Comptes rendus* ne reproduisent pas les discussions verbales qui s'élèvent dans le sein de l'Académie; cependant, si les Membres qui y ont pris part désirent qu'il en soit fait mention, ils doivent rédiger, séance tenante, des Notes sommaires, dont ils donnent lecture à l'Académie avant de les remettre au Bureau. L'impression de ces Notes ne préjudicie en rien aux droits qu'ont ces Membres de lire, dans les séances suivantes, des Notes ou Mémoires sur l'objet de leur discussion.

Les Programmes des prix proposés par l'Académie sont imprimés dans les *Comptes rendus*, mais les Rapports relatifs aux prix décernés ne le sont qu'autant que l'Académie l'aura décidé.

Les Notices ou Discours prononcés en séance publique ne font pas partie des *Comptes rendus*.

ARTICLE 2. — *Impression des travaux des Savants étrangers à l'Académie.*

Les Mémoires lus ou présentés par des personnes qui ne sont pas Membres ou Correspondants de l'Académie peuvent être l'objet d'une analyse ou d'un résumé qui ne dépasse pas 3 pages.

Les Membres qui présentent ces Mémoires sont tenus de les réduire au nombre de pages requis. Le Membre qui fait la présentation est toujours nommé; mais les Secrétaires ont le droit de réduire cet Extrait autant qu'ils le jugent convenable, comme ils le font pour les articles ordinaires de la correspondance officielle de l'Académie.

ARTICLE 3.

Le *bon à tirer* de chaque Membre doit être remis à l'Imprimerie le mercredi au soir, ou, au plus tard, le jeudi à 10 heures du matin; faute d'être remis à temps, le titre seul du Mémoire est inséré dans le *Compte rendu* actuel, et l'extrait est renvoyé au *Compte rendu* suivant et mis à la fin du cahier.

ARTICLE 4. — *Planches et tirage à part.*

Les *Comptes rendus* ne contiennent ni planches, ni figures.

Dans le cas exceptionnel où des figures seraient autorisées, l'espace occupé par ces figures comptera pour l'étendue réglementaire.

Le tirage à part des articles est aux frais des auteurs; il n'y a d'exception que pour les Rapports et les Instructions demandés par le Gouvernement.

ARTICLE 5.

Tous les six mois, la Commission administrative fait un Rapport sur la situation des *Comptes rendus* après l'impression de chaque volume.

Les Secrétaires sont chargés de l'exécution du présent Règlement.

Les Savants étrangers à l'Académie qui désirent faire présenter leurs Mémoires par MM. les Secrétaires perpétuels sont priés de les déposer au Secrétariat au plus tard le Samedi qui précède la séance, avant 5h. Autrement la présentation sera remise à la séance suivante.

ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 20 JUIN 1904,

PRÉSIDENCE DE M. MASCART.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

CHIMIE. — *Émanations et radiations*, par M. **Berthelot**.

« L'origine et la constitution des émanations, observées dans tant de circonstances par les physiciens modernes, soulèvent différentes hypothèses relatives à la nature de la matière et à l'existence de corps simples ou composés, dont certains inaperçus jusqu'ici en raison de leur faible proportion : ces études réclament évidemment des éclaircissements nouveaux, poursuivis avec toute l'attention de chimistes exercés.

» Peut-être convient-il de ne pas écarter les explications qui rapporteraient quelques-unes de ces émanations aux traces des substances volatiles multiples contenues dans l'atmosphère terrestre et condensables à la surface des corps qui s'y trouvent placés; ou bien encore aux traces des substances amenées à leur surface par le contact direct de ces corps avec les matières organiques et les poussières de toute espèce provenant des êtres vivants. Certaines de ces substances sont fixées telles quelles; d'autres provoquent des phénomènes d'hydratation, d'oxydation, de chloruration, démontrables dans le cas des métaux et alliages mis en contact avec les vapeurs de l'alcool, de l'éther, du chloroforme, etc.

» On les a rapportées quelquefois aux métaux eux-mêmes, supposés volatils; mais elles paraissent aussi, et de préférence, attribuables à des combinaisons de l'ordre des alcalis, hydrures et radicaux organiques, et même de certains sels, dérivées des métaux, zinc, plomb, mercure, cuivre, etc.; combinaisons beaucoup plus volatiles qu'eux. En fait, il n'est presque aucun corps, métallique ou autre, qui ne manifeste, surtout par friction, des odeurs propres, engendrées par des traces de matière presque infini-

tésimales. Certaines de ces émanations peuvent être vénéneuses, à la façon des arsines, émanées des papiers de tenture renfermant des préparations arsénicales; arsines dont le poids émis par une surface de papier de quelques centimètres carrés, ou contenu dans un volume de quelques dizaines de centimètres cubes d'air, est assurément du même ordre de petitesse que celui des émanations nouvelles.

» Sans une longue pratique de la Chimie et particulièrement des gaz et des réactions pyrogénées, on ne peut guère soupçonner à quel point les gaz sont susceptibles de tenir en suspension des particules solides et liquides, impalpables, si ténues qu'elles en sont invisibles et presque incoercibles : il suffit de rappeler à cet égard les expériences de Tyndall. Ces particules rendent la purification absolue de certains gaz presque impraticable, même en leur faisant traverser des séries de liquides doués d'affinités énergiques et des tubes remplis de pierre ponce. Ces traces de poussières et de composés volatils sont susceptibles d'accompagner les radiations cathodiques et elles sont particulièrement sensibles aux actions électriques, magnétiques, phosphorescentes et analogues.

» En particulier, les réactions physicochimiques qu'elles provoquent peuvent déterminer à la surface des corps la formation de couches extrêmement minces de composés, capables les uns d'activer, les autres d'entraver la production des radiations et émanations; le flux des particules pondérales semble d'ailleurs souvent dirigé par des influences électriques, qui lui communiquent des vitesses plus ou moins considérables.

» Une émanation elle-même n'est pas nécessairement simple; elle renferme le plus souvent des corps très divers. Ainsi l'émanation du phosphore, l'une des mieux connues aujourd'hui, contient à la fois la vapeur du phosphore, la vapeur de plusieurs de ses oxydes, l'ozone, la vapeur d'eau et celle de l'acide azotique; les effets de corps aussi différents ne sauraient être assimilés à ceux d'une substance unique. L'analyse exacte et détaillée des effets de toute émanation est donc indispensable, comme le montrent d'ailleurs les remarquables expériences de M. Ramsay.

» Malheureusement l'existence de semblables condensations, altérations superficielles et émanations est due à des poids de matière si petits qu'ils échappent à toutes nos mesures pondérales. Elle n'en est pas moins rendue incontestable par des phénomènes dont la sensibilité est incomparablement plus grande que celle de ces mesures, c'est-à-dire par des perceptions spectroscopiques, phosphorescentes, magnétiques, électriques, et physiologiques diverses.

» Pour nous borner à des observations bien connues, il suffira de rappeler comment une lame de plomb, de zinc, de cuivre, d'étain, fraîchement coupée, se ternit à l'instant même sous les yeux de l'opérateur, et comment une surface d'argent et même d'or, récemment décapée, perd rapidement une portion de son éclat; comment une lame de platine ne possède toute son activité pour provoquer les phénomènes dits de contact que lorsqu'elle vient d'être purifiée en la portant à la température rouge. Et cependant tous ces changements de propriétés peuvent ne pas affecter le poids des métaux indiqués d'une façon appréciable.

» Citons encore la polarisation des électrodes, si souvent étudiée par les physiciens et analysée tout récemment avec tant de précision par M. Rothé. Parlerai-je de la force électromotrice développée au contact du zinc et du cuivre, qui a donné lieu à tant de discussions? Malgré les précautions les plus minutieuses des opérateurs les plus habiles, on n'a jamais pu démontrer qu'elle ne soit pas attribuable à la différence des chaleurs d'oxydation de ces deux métaux; comme semble l'indiquer l'évaluation numérique de cette force, ainsi que l'impossibilité d'exclure la présence des dernières traces d'air adhérentes à la surface des métaux : si considérable est l'écart qui existe entre la délicatesse de nos mesures pondérales et celle des mesures électriques!

» Certes, les belles découvertes qui se succèdent chaque jour excitent à juste titre l'admiration universelle. Mais plus elles sont importantes et inattendues, plus il est essentiel de n'introduire dans leur discussion que des observations irréprochables, et surtout de distinguer entre la certitude des faits (sur plus d'un point, reconnaissons-le, insuffisamment constatés) et les interprétations mystiques ou singulières que l'amour du merveilleux tendrait à confondre avec les faits eux-mêmes. »

MÉCANIQUE ANALYTIQUE. — *Sur la stabilité de l'équilibre.* Note de M. **Paul Painlevé.**

« Une position d'équilibre (régulière) d'un système matériel est sûrement stable si la fonction de forces est *maxima* pour cette position. Mais la réciproque de ce théorème, dû à Lejeune-Dirichlet, est-elle vraie? Autrement dit, *toute position d'équilibre (régulière) pour laquelle la fonction de forces n'est pas maxima est-elle instable?* C'est là une question qui a donné

lieu, dans ces dernières années, à de nombreux travaux. Il me semble intéressant de montrer que la réciproque énoncée (si elle est vraie dans des cas fort étendus) n'est pas toujours vraie. J'indiquerai en effet dans cette Note un exemple fort simple *où une position régulière d'équilibre est stable, bien que la fonction de forces prenne dans le voisinage de cette position des valeurs de signes contraires.*

» Considérons un point matériel M de masse m, soumis à une force X, Y, Z dérivant du potentiel $U(x, y, z)$. Les équations du mouvement sont :

$$(1) \qquad m\frac{d^2x}{dt^2} = X = \frac{\partial U}{\partial x}, \qquad m\frac{d^2y}{dt^2} = Y = \frac{\partial U}{\partial y}, \qquad m\frac{d^2z}{dt^2} = Z = \frac{\partial U}{\partial z}.$$

» Une position *régulière* du système est, par définition, une position (x_0, y_0, z_0) ou M_0 de M, telle que les fonctions X, Y, Z et leurs dérivées premières $\frac{\partial X}{\partial x}, \frac{\partial X}{\partial y}, \ldots, \frac{\partial Z}{\partial z}$ soient continues quand le point M coïncide avec le point M_0 ou s'en écarte très peu. Les conditions initiales $x = x_0$, $y = y_0$, $z = z_0$, $x' = x'_0$, $y' = y'_0$, $z' = z'_0$ pour $t = t_0$ définissent un mouvement et un seul, quand la position (x, y_0, z_0) est régulière.

» Soit $x = y = z = 0$ une position régulière pour laquelle $\frac{\partial U}{\partial x}, \frac{\partial U}{\partial y}, \frac{\partial U}{\partial z}$ sont nuls. C'est une position d'équilibre du point M; il est loisible de supposer que U s'annule pour $x = y = z = 0$. Je vais former un exemple où U prend (dans le voisinage de l'origine) des valeurs de signes contraires, bien que l'origine soit position d'équilibre *stable.*

» Considérons d'abord un point M mobile sur Ox et soumis à la force $X = \frac{\partial U}{\partial x}$, où $U = \frac{m}{2}x^5 \sin\frac{1}{x}$. La position $x = 0$ est une position *régulière*, car U, U'_x, U''_{x^2} restent continus quand x varie de $-\varepsilon$ à $+\varepsilon$ et s'annulent pour $x = 0$. De plus, $U(x)$ est une fonction paire, positive si $2k\pi < \frac{1}{|x|} < (2k+1)\pi$, négative si $(2k+1)\pi < \frac{1}{|x|} < (2k+2)\pi$ (k entier $\geqq 0$). La fonction U est donc positive et négative pour des valeurs de x aussi petites que l'on veut.

» D'autre part, la position $x = 0$ est une position d'équilibre stable du point M. En effet, l'intégrale des forces vives donne ici

$$(2) \qquad x'^2 = x^5 \sin\frac{1}{x} + x'^2_0 - x^5_0 \sin\frac{1}{x_0} = x^5 \sin\frac{1}{x} + h.$$

» Posons $a_k = \frac{1}{(2k+1)\pi + \frac{\pi}{2}}$ et marquons sur l'axe des x les points $x_k = a_k$, $x_{-k} = -a_k$ (k entier positif arbitraire). Pour $x = \pm a_k$, le second membre de l'équation (2) se réduit à $(h - a^5)$. D'après cela, si h est négatif ou nul, x ne peut sortir de l'intervalle x_k, x_{k+1} (ou x_{-k}, $x_{-(k+1)}$) qui comprend x_0. Si h est positif, choisissons a_k supérieur à la fois à x_0 et à $h^{\frac{1}{5}}$: le point x ne peut sortir de l'intervalle x_k, x_{-k}.

» On voit donc que x, dans tous les cas, restera compris dans un intervalle qui tend à se réduire à l'origine quand h tend vers zéro. Autrement dit, ε étant pris d'avance positif et aussi petit qu'on veut, x et x' (dans le mouvement) resteront compris entre $+\varepsilon$ et $-\varepsilon$, dès que $|x_0|$ et $|x'_0|$ seront suffisamment petits. L'équilibre est stable. C. Q. F. D.

» Soit maintenant M mobile dans l'espace et soumis à la force

$$U = \frac{m}{2}\left(x^5 \sin\frac{1}{x} - y^2 - z^2\right); \tag{3}$$

les équations du mouvement sont :

$$\left\{\begin{aligned} x'' &= \frac{1}{2}\left(5x^4 \sin\frac{1}{x} - x^3 \cos\frac{1}{x}\right), \\ y'' &= -y, \\ z'' &= -z. \end{aligned}\right. \tag{4}$$

» L'origine est évidemment une position d'équilibre *stable*, car on peut intégrer séparément chacune des équations (4), et x, x', y, y', z, z' restent compris entre $+\varepsilon$ et $-\varepsilon$, dès que $|x_0|$, $|x'_0|$, $|y_0|$, $|y'_0|$, $|z_0|$, $|z'_0|$ sont suffisamment petits. D'autre part, cette position est une position *régulière* pour laquelle U s'annule, et dans le voisinage de laquelle U est tantôt positif, tantôt négatif.

» *Un point libre soumis à une force dérivant du potentiel* U *donné par l'équation* (3) *fournit donc un exemple de position* (*régulière*) *d'équilibre stable pour laquelle la fonction de forces* U *n'est pas maxima.*

» Remarquons que, dans cet exemple, il existe une infinité de positions d'équilibre voisines de la position d'équilibre considérée $x = y = z = 0$. »

CHIMIE MINÉRALE. — *Sur un nouveau carbure de molybdène* MoC. Note de MM. **H. Moissan** et **K. Hoffmann**.

« Nous ne connaissons, jusqu'ici, que deux ou trois métaux qui fournissent plusieurs combinaisons avec le carbone. Comme l'un de nous le faisait remarquer, au début de ses recherches sur le four électrique, il semble que l'on n'obtient, le plus souvent, à haute température, qu'un petit nombre de composés. Cependant, au fur et à mesure que l'étude de ces questions nouvelles était poursuivie, on indiqua l'existence de plusieurs carbures de chrome (¹) et de plusieurs carbures de tungstène (²).

» Un carbure de molybdène de formule Mo^2C a déjà été préparé en partant du bioxyde de molybdène et du charbon, chauffés, pendant 10 minutes, avec un courant de 800 ampères sous 50 volts (³).

» En abordant l'étude de différents alliages de molybdène, nous avons eu l'occasion de préparer un nouveau carbure de ce métal répondant à la formule MoC.

» *Préparation.* — Pour obtenir ce composé nous chauffons, au four électrique, dans un creuset de charbon, un mélange de 25^g de fonte de molybdène grossièrement pulvérisée, de 25^g d'aluminium, en petits fragments, et de $0^g,2$ de coke de pétrole. Avec un courant de 500 ampères sous 100 volts, la durée de la chauffe ne doit pas dépasser 3 minutes. Du reste, pour bien réussir cette opération, il est bon de couvrir le creuset d'un disque de charbon afin d'éviter une trop grande élévation de température qui amènerait la distillation plus ou moins complète de l'aluminium. En réalité, cette expérience se produit à la température d'ébullition de l'aluminium, en présence d'une notable quantité de carbure d'aluminium qui s'est rapidement formée.

» Après refroidissement, on retire, du creuset, un culot d'apparence

---

(¹) H. Moissan, *Le four électrique*, p. 208. Paris, G. Steinheil, 1897.

(²) H. Moissan, *Recherches sur le tungstène* (*Comptes rendus*, t. CXXIII, 1896, p. 13), et P. Williams, *Sur la préparation et les propriétés d'un nouveau carbure de tungstène* (*Comptes rendus*, t. CXXVI, 1898, p. 1722).

(³) H. Moissan, *Préparation et propriétés du molybdène pur fondu* (*Comptes rendus*, t. CXX, 1895, p. 1320).

métallique, bien fondu, qui présente, dans sa cassure, des cristaux de couleur foncée, noyés dans un excès de cristaux lamellaires jaunes de carbure d'aluminium.

» Le métal est réduit en poudre grossière, puis traité d'abord à froid par une solution aqueuse saturée de soude ou de potasse en parties égales. Un dégagement de gaz se produit, et le traitement est ensuite poursuivi pendant 3 à 4 jours, au bain-marie, en renouvelant, de temps en temps, la liqueur alcaline. L'attaque est arrêtée au moment où tout dégagement d'hydrogène a cessé.

» Il reste alors une poudre noire, cristalline, mélange complexe, que l'on traite par l'acide sulfurique étendu, au bain-marie, pendant une vingtaine d'heures. Pour cette deuxième attaque on emploie trois parties d'acide sulfurique concentré et une partie d'eau. Il faut renouveler plusieurs fois cette attaque, laver avec de l'acide chlorhydrique concentré et froid et enfin avec de l'eau distillée. Le résidu est séché à 100°. On obtient ainsi un mélange de graphite et d'une poudre grise cristalline beaucoup plus dense. La majeure partie du graphite est éliminée par un tamisage sur une gaze fine; on sépare les derniers petits cristaux de cette substance au moyen du bromoforme.

» *Propriétés physiques.* — Le carbure de molybdène MoC se présente sous la forme d'une poudre de couleur grise. Examiné au microscope, ce composé est formé de cristaux prismatiques, très brillants. Sa densité, à + 20°, est de 8,40. Il raye facilement le verre et le quartz et ne raye pas le rubis. Sa dureté est comprise entre 7 et 8.

» *Propriétés chimiques.* — Le carbure de molybdène, chauffé au rouge dans un courant d'hydrogène pur et sec, n'est pas altéré.

» Projeté dans un flacon rempli de fluor, il brûle avec une lumière éblouissante en produisant du tétrafluorure de carbone et un fluorure blanc anhydre de molydène. Il est attaqué, au rouge, par le chlore, en donnant des chlorures molybdiques et un résidu de carbone amorphe. Le brome le décompose à une température plus élevée à laquelle l'action de l'iode ne produit qu'une combinaison superficielle. Un mélange de gaz, acide chlorhydrique et de vapeurs de brome l'attaque avec plus de facilité.

» Ce carbure de molybdène, chauffé en présence de l'air et de l'oxygène, s'oxyde, en fournissant de l'acide molybdique et de l'acide carbonique.

» Projeté sur du chlorate ou de l'azotate de potassium en fusion, il brûle avec facilité.

» Le carbure de molybdène n'attaque pas l'eau à la température ordinaire ni la vapeur d'eau entre 500° et 600°.

» Ce carbure est à peine altéré par une solution bouillante d'acide chlorhydrique. La réaction est encore très lente avec l'acide fluorhydrique concentré qui finit cependant par l'attaquer complètement. L'acide sulfurique, concentré et bouillant, peut, de même, le décomposer, mais il est détruit très facilement par l'acide nitrique, même à froid.

» Lorsqu'il est bien exempt d'aluminium, les solutions alcalines de soude ou de potasse n'ont aucune action sur ce composé.

» *Analyse.* — Pour doser le molybdène, on chauffe avec précaution, dans un creuset de porcelaine, un poids déterminé de carbure, en présence d'acide nitrique. L'attaque doit être conduite très lentement et l'on pèse ensuite l'acide molybdique formé.

» Lorsque le carbure contient encore une petite quantité d'aluminium, ce dernier métal est dissous par l'acide nitrique, en même temps que le molybdène. On précipite ensuite l'aluminium par l'ammoniaque et l'on filtre. On verse ensuite du sulfhydrate d'ammoniaque, puis on acidule avec de l'acide sulfurique étendu. Le sulfure de molybdène est ensuite séparé par filtration et faiblement calciné. On dose alors le métal sous forme de trioxyde. Dans quelques préparations où le traitement par les alcalis n'avait pas été suffisamment poursuivi, nous avons trouvé les teneurs en aluminium de 2,24; 1,91; 0,69. Les échantillons purs n'en renfermaient que des traces.

» Le dosage du carbone a été effectué de la façon suivante :

» Le carbure, placé dans une nacelle, est attaqué, vers 600°, par un mélange de gaz acide chlorhydrique et de vapeurs de brome, bien exempt d'oxygène. Tout le molybdène est entraîné à l'état de composé volatil et le carbone qui reste dans la nacelle est ensuite chauffé dans un courant d'hydrogène pur et sec. Enfin, le carbone est brûlé dans un courant d'oxygène et l'acide carbonique produit est pesé. Nous avons obtenu les chiffres suivants :

	1.	2.	3.	4.	5.	Calculé pour MoC.
Molbydène......	87,96	89,02	89,39	89,68	88,02	88,88
Carbone........	12,02	11,55	»	»	»	11,11

» *Conclusions.* — En chauffant au four électrique un mélange de fonte de molybdène, de charbon et d'aluminium en excès, on obtient un car-

bure de molybdène de formule MoC. C'est un corps dur, qui s'attaque difficilement par les acides, sauf par l'acide nitrique, et qui n'est pas décomposable par l'eau froide ou par la vapeur d'eau à 600°. Ce carbure est analogue au carbure de tungstène de M. Williams, ce qui ne doit pas nous surprendre, le molybdène et le tungstène étant des métaux voisins. Il est vraisemblable que, sous forme de carbure double, ce composé peut intervenir dans les aciers au molybdène. Par sa préparation nous voyons qu'à la température d'ébullition de l'aluminium, on obtient un composé du molybdène qui renferme deux fois plus de carbone que si la carburation se produit à la température la plus élevée que puisse donner le four électrique. »

ÉNERGÉTIQUE BIOLOGIQUE. — *Influence de la discontinuité du travail du muscle sur la dépense d'énergie qu'entraîne la contraction statique appliquée à l'équilibration simple d'une résistance.* Note de M. **A. Chauveau.**

« Des expériences signalées dans ma précédente Note (13 juin 1904) il résulte que *la dépense de la contraction statique, sous raccourcissement constant, de muscles qui concourent en alternance à l'équilibration de charges de plus en plus lourdes, croît avec ces charges et à peu près comme elles quoique avec un peu plus de vitesse.* En somme, on retrouve, dans les conditions nouvelles où je me suis placé, la conclusion fondamentale à laquelle m'avaient amené mes expériences sur la contraction continue des fléchisseurs de l'avant-bras, à savoir que : *dans la contraction statique, la dépense du travail musculaire équilibrant est proportionnelle aux résistances équilibrées.*

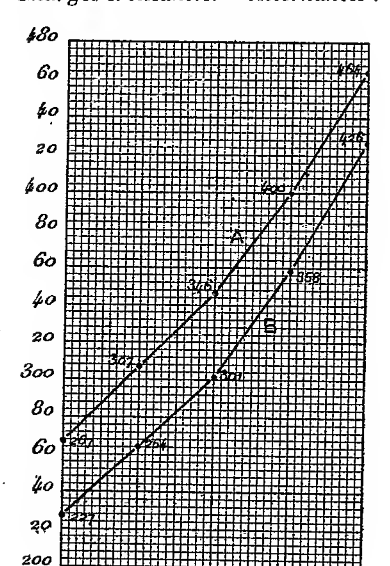
» Sur les graphiques I et II, cette proportionnalité de la dépense et du travail musculaire, se manifeste d'une manière saisissante.

» La croissance de la dépense avec la valeur du travail de soutien se montre aussi avec la même netteté dans les deux courbes A et B du graphique III. De plus, ces deux courbes A et B permettent de saisir d'un seul coup d'œil l'influence avantageuse que la réduction du nombre des alternances exerce sur la dépense.

» On sera mieux renseigné sur ce dernier point, qui est important, par les expériences nouvelles qu'il reste à faire connaître.

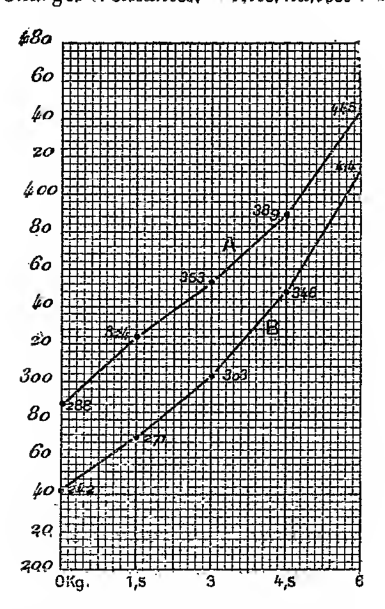
Graphique I.

Charges croissantes. — Alternances : 13.



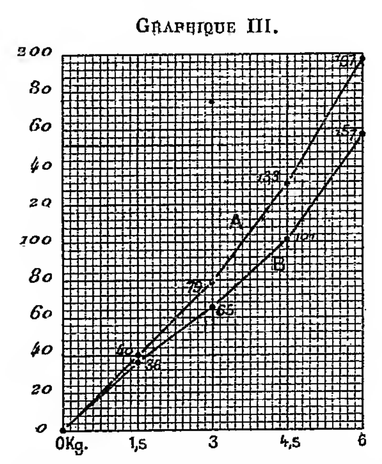
Graphique II.

Charges croissantes. — Alternances : 2.

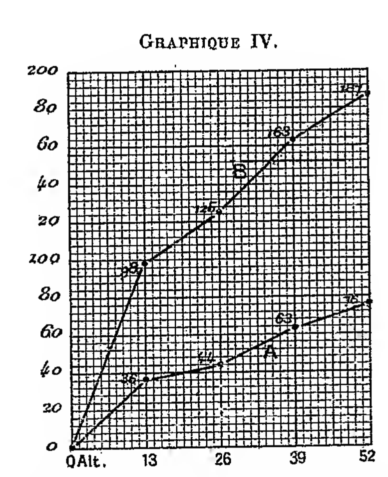


A, B, Marche de l'accroissement des échanges respiratoires (à partir de leur valeur pendant le repos) en fonction de l'accroissement de la charge équilibrée par le travail intérieur des muscles; A, courbe de l'absorption de O^2; B, courbe de l'exhalaison de CO^2.

Graphique III.



Graphique IV.



Ces graphiques représentent, en O^2 absorbé, la valeur de l'énergie qui est ajoutée à la dépense de l'état de repos, par le travail intérieur de la contraction statique, pendant que les extenseurs et les fléchisseurs de l'avant-bras s'emploient alternativement au soutien fixe de la charge ou des charges étudiées.

Graphique III. — *Charges croissantes. Alternances constantes,* soit 13 par minute (*courbe* A), soit 2 par minute (*courbe* B).

Graphique IV. — *Alternances croissantes. Charge constante,* soit $1^{kg},5$ (*courbe* A), soit $4^{kg},5$ (*courbe* B).

DEUXIÈME SÉRIE D'EXPÉRIENCES SUR LA CONTRACTION STATIQUE EMPLOYÉE A L'ÉQUILIBRATION DES CHARGES. — INFLUENCE EXERCÉE SUR LA DÉPENSE ÉNERGÉTIQUE PAR LA MULTIPLICATION DES EXCITATIONS DE LA MISE EN TRAIN DE LA CONTRACTION.

» Dans chacun des deux groupes d'expériences de la précédente série, le nombre des alternances musculaires n'a pas varié. Mais l'action des muscles s'est exercée sur des charges régulièrement croissantes. C'est l'inverse dans les expériences dont il va être question. La charge soutenue reste constante. Seul, le nombre des alternances musculaires change; il passe par les valeurs 13, 26, 39, 52, c'est-à-dire qu'il varie comme 1, 2, 3, 4, la charge ayant la valeur uniforme de $1^{kg},5$ dans une première partie des expériences et celle de $4^{kg},5$ dans une seconde partie.

» PREMIER GROUPE. — Ce groupe comprend six expériences (charge : $1^{kg},5$), identiques à celle dont les résultats détaillés sont donnés dans le Tableau A ci-après :

TABLEAU A. — *Une expérience détaillée comme exemple.*

a. Conditions des muscles.	*b*. Débit respiratoire.	*c*. Coefficients respiratoires. CO² exhalé.	O² absorbé.
	l	cm³	cm³
I. Repos	6,251	246	274
II. Travail avec 13 altern.	6,885	285	323
III. » 26 »	7,308	286	327
IV. » 39 »	8,123	314	345
V. Repos	5,859	229	266
VI. Travail avec 52 altern.	8,577	315	360
VII. » 52 »	7,852	296	356
VIII. » 39 »	7,429	283	335
IX. Repos	5,557	239	291
X. Travail avec 26 altern.	6,855	270	314
XI. » 13 »	5,768	243	296
XII. Repos	5,134	223	267

TABLEAU B. — *Résultats moyens de l'expérience ci-dessus détaillée.*

a. Conditions des muscles.	*b*. Débit respiratoire.	*c*. Coefficients respiratoires. CO² exhalé.	O² absorbé.	*d*. Quotient respiratoire.	*e*. Dépense du trav. musc. en O² absorbé.
	l	cm³		cm³	cm³
A. Repos	5,700	234	274	0,854	»
B. Travail avec 13 altern.	6,326	264	309	0,854	35
C. » 26 »	7,081	276	320	0,860	46
D. » 39 »	7,776	298	340	0,876	66
E. » 52 »	8,215	310	358	0.866	82

TABLEAU C. — *Résultats moyens de l'ensemble des épreuves des six expériences.*

a. Conditions des muscles.	b. Débit respiratoire.	c. Coefficients respiratoires. CO² exhalé.	O² absorbé.	d. Quotient respiratoire.	e. Dépense du trav. musc. en O² absorbé.
	l	cm³	cm³		cm³
A. Repos..............	6,334	236	276	0,855	»
B. Travail avec 13 altern.	6,989	271	312	0,868	36
C. » 26 » .	7,675	286	320	0,894	44
D. » 39 » .	8,414	305	339	0,900	63
E. » 52 » .	9,683	322	352	0,915	76

» DEUXIÈME GROUPE. — Il comprend seulement quatre expériences, identiques à celles du premier groupe, sauf en un point : la charge soutenue par les muscles de l'avant-bras pesait $4^{kg},5$ au lieu de $1^{kg},5$.

TABLEAU A. — *Une expérience détaillée, comme exemple.*

a. Conditions des muscles.	b. Débit respiratoire.	c. Coefficients respiratoires. CO² exhalé.	O² absorbé.
	l	cm³	cm³
I. Repos........................	7,083	260	282
II. Travail avec 13 altern.........	10,214	373	388
III. » 26 »	10,822	372	407
IV. » 39 »	11,308	399	435
V. Repos........................	6,384	232	257
VI. Travail avec 52 altern.........	12,798	461	482
VII. » 52 »	11,187	407	446
VIII. » 39 »	10,549	363	409
IX. Repos........................	6,232	222	258
X. Travail avec 26 altern.........	9,758	355	396
XI. » 13 »	8,421	318	384
XII. Repos........................	5,776	217	260

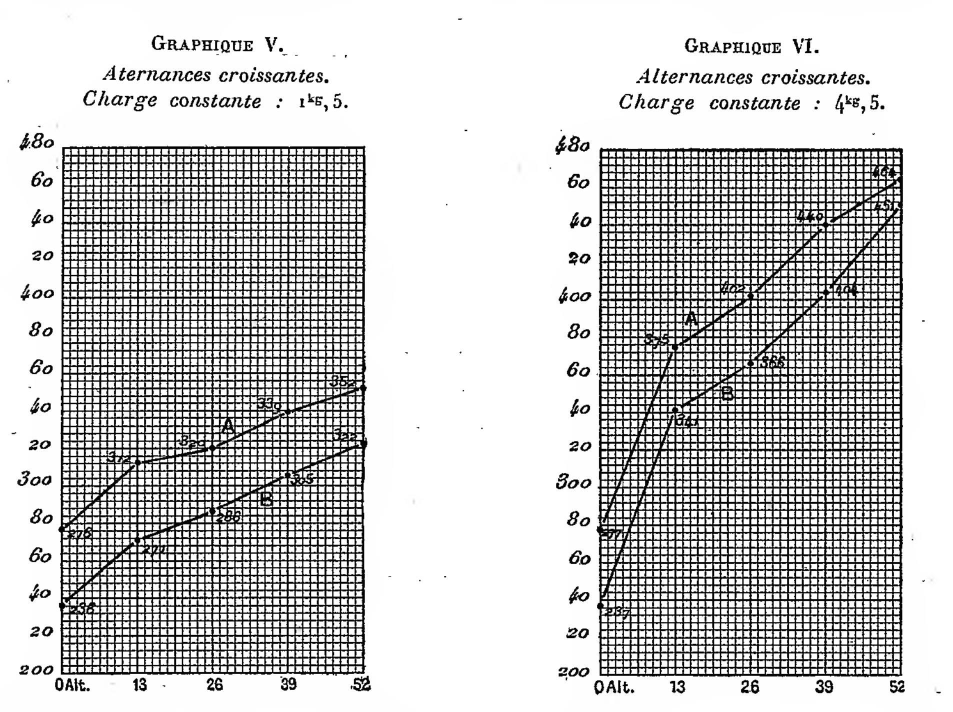
TABLEAU B. — *Résultats moyens de l'expérience détaillée ci-dessus.*

a. Conditions des muscles.	b. Débit respiratoire.	c. Coefficients respiratoires. CO² exhalé.	O² absorbé.	d. Quotient respiratoire.	e. Dépense du trav. musc. en O² absorbé.
	l	cm³	cm³		
A. Repos....................	6,369	233	266	0,876	»
B. Travail avec 13 altern.....	9,317	345	386	0,893	120
C. » 26 »	10,290	363	401	0,905	135
D. » 39 »	10,928	381	422	0,903	156
E. » 52 »	11,992	434	466	0,931	200

TABLEAU C. — *Résultats moyens de l'ensemble des épreuves des quatre expériences.*

a. Conditions des muscles.	*b.* Débit respiratoire.	*c.* Coefficients respiratoires. CO^2 exhalé.	O^2 absorbé.	*d.* Quotient respiratoire.	*e.* Dépense du trav. musc. en O^2 absorbé.
	l	cm³	cm³		
A. Repos..................	6,607	237	277	0,855	»
B. Travail avec 13 altern.....	9,347	341	375	0,909	98
C. » 26 »	10,016	366	402	0,910	125
D. » 39 »	11,019	404	440	0,918	163
E. » 52 »	13,212	451	464	0,972	187

» La comparaison des deux graphiques V et VI et celle des deux courbes A et B du graphique IV montrent encore mieux que nos Tableaux



A, B, marche de l'accroissement des échanges respiratoires (à partir de leur valeur pendant le repos), en fonction de l'accroissement du nombre des alternances, la charge restant constante (d'après les deux Tableaux C qui résument les résultats des deux groupes d'expériences de la deuxième série); A, courbe de l'absorption de O^2; B, courbe de l'exhalaison de CO^2.

l'accroissement de la dépense liée à l'accroissement du nombre des alternances, la charge restant la même, et l'énorme influence que la valeur de celle-ci exerce sur cet accroissement de dépense énergétique.

» Ces courbes résument, en effet, d'une manière très claire les enseignements à tirer des deux groupes d'expériences de cette nouvelle série. On y voit se manifester encore et, cette fois, avec une frappante netteté, dans la dépense du travail statique, les effets de l'intervention du facteur additionnel dont l'existence se décelait déjà dans les expériences de ma première Communication. Ce facteur, c'est la mise en train du travail du muscle par l'excitation qui provoque la naissance de l'état de contraction. Son rôle doit donc être introduit dans les conclusions que nous avons à présenter sur la marche de la dépense énergétique de la contraction statique dans les conditions particulières où elle vient d'être étudiée :

» 1° *La dépense de la contraction statique, alternativement provoquée dans les fléchisseurs et les extenseurs de l'avant-bras pour le soutien fixe d'une charge, suit la marche générale qui a été établie dans les expériences antérieures sur les fléchisseurs de l'avant-bras, engagés seuls en contraction continue pour équilibrer des charges.*

» 2° *Ainsi, le raccourcissement de ces muscles fléchisseurs et extenseurs étant constant, leur dépense croît avec leur travail intérieur ou physiologique, c'est-à-dire avec la valeur des charges que ce travail équilibre ou neutralise.*

» *Donc, dans les muscles en contraction alternante pour le soutien fixe d'une charge, l'énergie dépensée est proportionnelle à la valeur de ce travail équilibrant.*

» 3° *Mais la dépense baisse sensiblement quand les alternances musculaires sont réduites à un minimum, qui équivaut presque à leur suppression, dans les expériences relatives à l'influence de la valeur des charges sur celle de l'énergie consommée.*

» 4° *D'autre part la dépense de soutien d'une charge constante s'accroît d'autant plus que les commutations alternantes, qui font passer cette même charge d'un système de muscles sur l'autre, se multiplient davantage.*

» 5° *Ces deux derniers ordres de faits démontrent qu'à la dépense fondamentale provoquée par le travail propre d'équilibration des charges, il s'ajoute celle qui est nécessaire à la mise en train de l'activité des muscles alternants.*

» 6° *Cette dépense de mise en train ou d'excitation de la contraction est proportionnelle à la charge soutenue, c'est-à-dire au travail intérieur du muscle lui-même.*

» 7° *Elle est aussi proportionnelle au nombre des excitations qui provoquent la mise en train de ce travail intérieur du muscle.*

» 8° *Il en résulte que le soutien d'une charge ou, d'une manière très générale, l'équilibration d'une résistance par un muscle en contraction statique,*

s'effectue avec une dépense d'autant moindre qu'il intervient moins d'excitations de la mise en train de l'état de contraction.

» 9° *Pratiquement, on n'a guère d'occasions de profiter de cette source d'économie dans l'application du travail intérieur des muscles à la simple équilibration des résistances, mais on verra bientôt qu'il en est tout autrement quand le travail intérieur des muscles s'emploie au déplacement des résistances, c'est-à-dire à l'exécution d'un travail mécanique.* »

NOMINATIONS.

L'Académie procède, par la voie du scrutin, à la nomination d'un Correspondant, dans la Section d'Économie rurale, en remplacement de Sir *Joseph Gilbert*.

Au premier tour de scrutin, le nombre des votants étant 44,

M. Eugène Tisserand obtient la majorité absolue des suffrages.

M. **Eugène Tisserand** est proclamé élu.

L'Académie procède, par la voie du scrutin, à la nomination d'un Correspondant dans la Section d'Anatomie et Zoologie, en remplacement de M. *Kowalevski*.

Au premier tour de scrutin, le nombre des votants étant 47,

M. Metchnikoff obtient la majorité absolue des suffrages.

M. **Metchnikoff** est proclamé élu.

L'Académie désigne le Doyen de la Section de Médecine et Chirurgie pour faire partie de la première Section de la Commission technique de la Caisse des recherches scientifiques.

MÉMOIRES PRÉSENTÉS.

M. S. **Odier** soumet au jugement de l'Académie un Mémoire intitulé : « Expérience sur l'appréciation par l'oreille des petites différences de hauteur des sons. Accordages ».

(Renvoi à l'examen de M. Violle.)

M. **Pierre Hachet-Souplet** adresse une Note ayant pour titre : « Des erreurs chez les animaux par suite d'associations étroites des sensations ».

(Renvoi à la Section de Zoologie.)

M. **Jules Villard** adresse une Note « A propos d'une prétendue chlorophylle de la soie ».

(Renvoi à la Section de Zoologie.)

M. **Jean Rey** demande l'ouverture d'un pli cacheté qu'il a déposé le 23 novembre 1903 et dont le dépôt a été accepté.

Ce pli, inscrit sous le n° 6749, est ouvert en séance par M. le Président. Il renferme un Mémoire « Sur la combustion parfaite des pétroles ».

(Renvoi à la Section de Chimie.)

CORRESPONDANCE.

Le **Comité des recherches solaires de la National Academy of Sciences** (États-Unis) propose d'établir un plan de coopération internationale entre les Institutions et les personnalités individuelles engagées dans les recherches solaires.

(Renvoi à la Section d'Astronomie.)

M. le **Secrétaire perpétuel** signale, parmi les pièces imprimées de la Correspondance :

Un Ouvrage ayant pour titre : « Leçons sur la propagation des ondes et les équations de la Thermodynamique, par M. *Jacques Hadamard* ». (Présenté par M. Maurice Levy.)

M. **François-Franck** prie l'Académie de le comprendre parmi les candidats à la place laissée vacante, dans la Section de Médecine et Chirurgie, par le décès de M. *Marey*.

(Renvoi à la Section de Médecine.)

M. L. **Lindet** prie l'Académie de le comprendre parmi les candidats à la place devenue vacante, dans la Section d'Économie rurale, par suite du décès de M. *Duclaux*.

(Renvoi à la Section d'Économie rurale.)

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur la théorie générale des fonctions fondamentales*. Note de M. **W. Stekloff**, présentée par M. Émile Picard.

« Soit (D) un domaine limité par une surface fermée (S); soit (D') le domaine extérieur à (S). Désignons par m et m_1 deux points x, y, z et ξ, η, ζ pris arbitrairement dans l'espace, par r la distance mm_1. Soit $H(m, m_1)$ une fonction quelconque de deux points m et m_1, symétrique par rapport aux variables x, y, z et ξ, η, ζ et continue avec ses dérivées de deux premiers ordres dans le domaine (D).

» Désignons par $U(m, m_1)$ la fonction vérifiant les conditions

$$\frac{\partial^2 U}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 U}{\partial y^2} + \frac{\partial^2 U}{\partial z^2} = \Delta U = 0 \qquad \text{à l'extérieur de (S)},$$
$$U(m, m_1) = H(m, m_1) \qquad \text{sur (S)}.$$

» La définition de $U(m, m_1)$ se ramène au problème extérieur de Dirichlet qui est complètement résolu à présent pour toute surface fermée (S) satisfaisant à certaines conditions très générales.

» Désignons ensuite par $G(m, m_1)$ la fonction définie par les conditions suivantes :

$$(1) \qquad \begin{cases} G(m, m_1) = H(m, m_1) + \frac{\mu}{r} & \text{à l'intérieur de (S)}, \\ G(m, m_1) = U(m, m_1) + \frac{\mu}{r} & \text{à l'extérieur de (S)}, \end{cases}$$

μ désignant une constante.

» Il est aisé de s'assurer que

$$(2) \qquad \int G^2(m, m_1)\, d\tau' < A^2, \qquad \int [\Delta H(m, m_1)]^2 d\tau' < B^2,$$

les intégrales (prises par rapport à ξ, η, ζ) étant étendues au domaine (D), A et B étant des nombres fixes.

» Cela posé, proposons-nous de résoudre le problème suivant :

» *Trouver une fonction* $V(m)$ *vérifiant l'équation fonctionnelle* (¹)

$$V(m) = \lambda \int p(m_1) G(m, m_1) V(m_1) d\tau' + f(m), \tag{3}$$

où λ *est un paramètre,* $f(m)$ *une fonction donnée continue,* $p(m)$ *une autre fonction donnée, continue, positive et ne s'annulant pas dans* (D).

» Cherchons $V(m)$ sous la forme de la série

$$V(m) = v_0(m) + \lambda v_1(m) + \lambda^2 v_2(m) + \ldots + \lambda^k v_k(m) + \ldots \tag{4}$$

où, en vertu de (3),

$$v_0(m) = f(m), \qquad v_k(m) = \int G(m, m_1) p(m_1) v_{k-1}\, d\tau'. \tag{5}$$

» Les fonctions v_k $(k = 1, 2, 3, \ldots)$ ainsi que leurs dérivées du premier ordre restent continues dans l'espace tout entier; elles satisfont aux équations

$$\Delta v_k = 0 \quad \text{à l'extérieur de (S)} \tag{6}$$

et se comportent à l'infini comme un potentiel newtonien.

Posons

$$W_k = \int p v_k^2\, d\tau, \qquad I_k = \int \sum \left(\frac{\partial v_k}{\partial x}\right)^2 dT,$$

la dernière de ces intégrales étant étendue à l'espace tout entier, la première au domaine (D). Il est aisé d'établir, en tenant compte de (1), (2), (5) et (6), les inégalités suivantes :

$$v_k < Q\sqrt{W_{k-1}}, \qquad W_k < Q_1^2 W_{k-1}, \qquad W_k^2 < W_{k-1} W_{k+1},$$

$$\frac{\sqrt{W_k}}{\sqrt{W_{k-1}}} < N \frac{W_k}{I_k} < N \frac{W_k}{\int \sum \left(\frac{\partial u_k}{\partial x}\right)^2 d\tau},$$

Q, Q_1, N étant des nombres fixes ne dépendant pas de k.

» Ces inégalités étant établies, nous démontrerons sans peine, moyennant la méthode connue de M. Poincaré (*Rend. di Palermo*, 1894), ces théorèmes généraux :

» I. *La solution de l'équation* (3) *est une fonction méromorphe en* λ *n'ayant*

(¹) Comparer Ivar Fredholm, *Acta mathematica*, t. XXVII, 1903. — David Hilbert, *Nachrichten der k. Gesellschaft der Wissenschaften*. Göttingen, Heft I, 1904.

que des pôles simples, réels et positifs $\lambda_1, \lambda_2, \ldots, \lambda_k, \ldots$, *indéfiniment croissant avec l'indice k.*

» II. *Tout domaine* (D), *limité par une surface* (S), *pour laquelle on peut résoudre le problème de Dirichlet, donne lieu à une infinité de fonctions fondamentales* $V_1, V_2, \ldots, V_k, \ldots$, *continues et vérifiant les équations*

$$V_k(m) = \lambda_k \int G(m, m_1) p(m_1) V_k(m_1)\, d\tau',$$

$$\int p(m) V_k^2(m)\, d\tau = 1, \qquad \int p(m) V_n(m) V_e(m)\, d\tau = 0, \qquad \text{si } n \gtrless l.$$

Les fonctions V_k *sont proportionnelles aux résidus de la fonction* $V(m)$ *correspondant aux pôles* λ_k $(k = 1, 2, 3, \ldots)$.

» Par la même méthode, légèrement modifiée, on peut démontrer l'existence d'une infinité de fonctions fondamentales d'une autre catégorie satisfaisant aux conditions

$$V_k = \lambda_k \int G(m, m_1) p(m_1) V_k(m_1)\, ds \qquad (k = 1, 2, 3, \ldots),$$

l'intégrale étant étendue à la surface (S). »

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur la théorie des fonctions sphériques.* Note de M. **Niels Nielsen**, présentée par M. Émile Picard.

« Dans une Note récente (*Comptes rendus*, 30 mai 1904) j'ai donné des solutions particulières des deux équations fonctionnelles que j'ai prises comme définition des fonctions sphériques; pour déterminer maintenant la fonction sphérique la plus générale désignons par $F_1^{\nu,n}(x)$ et $F_2^{\nu,n}(x)$ les fonctions définies à l'aide des formules (6) ou (6 *bis*), puis remarquons que l'équation fonctionnelle (2) est une équation aux différences finies du second ordre, nous verrons tout d'abord que la fonction sphérique la plus générale $K^{\nu,n}(x)$ doit se présenter sous cette forme

$$K^{\nu,n}(x) = A^{\nu,n}(x) F_1^{\nu,n}(x) + B^{\nu,n}(x) F_2^{\nu,n}(x), \tag{7}$$

où les coefficients A et B doivent satisfaire à cette condition de périodicité

$$A^{\nu,n+1}(x) = A^{\nu,n}(x), \qquad B^{\nu,n+1}(x) = B^{\nu,n}(x); \tag{7 bis}$$

c'est-à-dire que nous avons à déterminer ces deux fonctions A et B telles que $K^{\nu,n}(x)$ satisfera aussi à l'équation fonctionnelle (1).

» A cet égard, introduisons dans (1) l'expression (7), nous aurons cette condition nécessaire et suffisante à la fois

$$(8)\qquad F_1^{\nu,n}(x) D_x A^{\nu,n}(x) + F_2^{\nu,n}(x) D_x B^{\nu,n}(x) = 0.$$

» Supposons maintenant que A et B ne soient pas indépendants de x tous les deux, nous aurons, en outre de (8),

$$(8\ bis)\qquad \frac{F_1^{\nu,n}(x)}{F_2^{\nu,n}(x)} = -\frac{D_x B^{\nu,n}(x)}{D_x A^{\nu,n}(x)};$$

c'est-à-dire que le premier membre de (8 *bis*) doit être une fonction périodique de n, en ayant la période additive $+1$. Or, je dis qu'une telle périodicité est impossible.

» En effet, cherchons le déterminant fonctionnel

$$(9)\qquad \Delta = \begin{vmatrix} F_1^{\nu,n}(x) & D_x F_1^{\nu,n}(x) \\ F_2^{\nu,n}(x) & D_x F_2^{\nu,n}(x) \end{vmatrix},$$

une formule très connue montrera que Δ n'est pas généralement égal à zéro, tandis que la formule (1) donnera immédiatement

$$(9\ bis)\qquad \Delta = -\frac{n+1}{1-x^2} \begin{vmatrix} F_1^{\nu,n}(x) & F_1^{\nu,n+1}(x) \\ F_2^{\nu,n}(x) & F_2^{\nu,n+1}(x) \end{vmatrix}.$$

» Développons maintenant le déterminant figurant au second membre de (9 *bis*), puis divisons par $F_2^{\nu,n}(x)$ et $F_2^{\nu,n+1}(x)$ les deux membres de l'équation ainsi obtenue, nous aurons immédiatement

$$\frac{F_1^{\nu,n}(x)}{F_2^{\nu,n}(x)} = \frac{F_1^{\nu,n+1}(x)}{F_2^{\nu,n+1}(x)} - \frac{(1-x^2)\Delta}{(n+1) F_2^{\nu,n}(x) F_2^{\nu,n+1}(x)};$$

c'est-à-dire que l'équation (8 *bis*) est impossible, de sorte que nous avons démontré ce théorème fondamental dans la théorie des fonctions sphériques :

» *Désignons par* $F_1^{\nu,n}(x)$ *et* $F_2^{\nu,n}(x)$ *les fonctions sphériques particulières définies à l'aide des deux groupes de formules* (6) *et* (6 *bis*), *la fonction sphérique la plus générale* $K^{\nu,n}(x)$ *se présente sous cette forme*

$$(10)\qquad K^{\nu,n}(x) = A(\nu, n) F_1^{\nu,n}(x) + B(\nu, n) F_2^{\nu,n}(x),$$

où A *et* B *sont des fonctions arbitraires de* ν *et* n *assujetties à satisfaire seulement à cette condition de périodicité*

$$(10\ bis)\qquad A(\nu, n+1) = A(\nu, n), \qquad B(\nu, n+1) = B(\nu, n);$$

c'est-à-dire que $K^{\nu,n}(x)$ *est toujours une fonction analytique de son argument* x.

» Le polynome entier $P^{\nu,n}(x)$ du degré n de x que nous désignons comme la fonction sphérique de première espèce est défini dans toute l'étendue du plan des x; quant à $Q^{\nu,n}(x)$ que nous désignons comme la fonction sphérique de seconde espèce, la définition (6 *bis*) n'est valable que si $|x| > 1$. Or, une formule bien connue, due à Euler, donnera après un calcul simple, pour la fonction sphérique de seconde espèce, cette expression intégrale

$$(11) \quad Q^{\nu,n}(x) = 2^{2\nu+n+1}\Gamma(n+\nu+\tfrac{1}{2})\,x^{n+1}\int_1^\infty (t^2x^2-1)^{-\nu-n-\frac{1}{2}}(t-1)^n dt,$$

où le chemin d'intégration est la partie correspondante de l'axe des nombres positifs. La formule (11) nous donne évidemment le prolongement analytique de $Q^{\nu,n}(x)$, parce que l'intégrale définie susdite est convergente pour une valeur finie quelconque de x, $x = \pm 1$ excepté.

» Appliquons maintenant la formule générale (10), nous aurons, pour la fonction $Q_1^{\nu,n}(x)$ définie dans (6), une expression de cette forme

$$Q_1^{\nu,n}(x) = A(\nu, n)\,P^{\nu,n}(x) + B(\nu, n)\,Q^{\nu,n}(x).$$

» Or, appliquons cette formule intégrale

$$(12) \quad Q_1^{\nu,0}(x) = 2^{2\nu+1}\,\Gamma\left(\nu+\frac{1}{2}\right)x\int_0^1 (1-t^2x^2)^{-\nu-\frac{1}{2}}dt,$$

puis remarquons que le déterminant Δ se présente sous cette forme

$$\Delta = C(1-x^2)^{-\nu-\frac{1}{2}},$$

où C est indépendant de x, nous aurons, pour $Q_1^{\nu,n}(x)$, une expression de cette forme

$$(13) \quad Q_1^{\nu,n}(x) = \varepsilon\, 2^{2\nu}\sqrt{\pi}\,\Gamma(\nu)\,P^{\nu,n}(x) - e^{-\left(\nu+\frac{1}{2}\right)\pi\varepsilon}\,Q^{\nu,n}(x),$$

où nous avons posé $\varepsilon = \pm i$.

» Posons particulièrement $\nu = \frac{1}{2}$; nous retrouvons une suite de résultats bien connus, mais déduits d'une autre manière. On peut développer maintenant, de ce point de vue, une théorie nouvelle des fonctions sphériques. »

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur le cas d'exception de M. Picard et les fonctions multiformes.* Note de M. G. REMOUNDOS, présentée par M. P. Painlevé.

« 1. Dans un travail, qui a paru récemment dans les *Arkiv för matematik, astronomi of fysik utgifvet af k. svenska vetenskapsakademien* (1904, Band I), M. Wiman, utilisant les résultats de M. Lindelöf, a mis en lumière les conditions dans lesquelles se présente le cas où les inégalités établies par MM. Boutroux et Lindelöf entre l'ordre de grandeur du module maximum et la distribution des zéros ne sont plus vérifiées. C'est un *cas d'exception de M. Picard* généralisé (1).

» M. Wiman a montré que, lorsque ce cas se présente, la fonction entière $F(z)$ se décompose comme il suit :

$$(1) \qquad \begin{cases} F(z) = F_1(z) e^{\frac{z^\rho}{\rho}\left(\sum_{n_1}^{\infty} \frac{1}{a_n^\rho}\right)} & \text{avec} \quad P = \rho - 1, \\ F(z) = F_1(z) e^{\frac{z^\rho}{\rho}\left(\sum_{1}^{n_1} \frac{1}{a_n^\rho}\right)} & \text{avec} \quad P = \rho, \end{cases}$$

n_1 étant un nombre entier déterminé par les inégalités

$$r_{n_1} < r < r_{n_1+1},$$

le deuxième facteur, qui croît comme une exponentielle, ayant un ordre de grandeur supérieur à celui de $F_1(z)$.

» 2. A l'aide des formules (1), nous pouvons étendre au cas d'exception ainsi généralisé tous les résultats que j'ai communiqués autrefois à l'Académie (2), à l'égard des fonctions multiformes (à un nombre fini ou infini de branches).

» Cette extension est d'autant plus intéressante que le théorème de M. Borel, qui y sert de base, prend une forme singulière, pour ainsi dire.

(1) Voir A. WIMAN, *Sur le genre de la dérivée d'une fonction entière et sur le cas d'exception de M. Picard* (*Comptes rendus*, séance du 18 janvier 1904).

(2) Voir *Comptes rendus*, séances du 20 avril 1903 et 8 février 1904. — *Bulletin de la Société mathématique*, 1904, fascicule I.

» Nous aurons, en effet, à démontrer l'impossibilité d'une identité telle que :

$$(2) \qquad Q_1(z)e^{P_1(z)} + Q_2(z)e^{P_2(z)} + \ldots + Q_n(z)e^{P_n(z)} = Q(z),$$

où $P(z)$ ne sont plus des fonctions *analytiques*, comme dans les identités ordinaires de M. Borel, car les $P_i(z)$ ont la forme suivante :

$$P_i(z) = e^{q_i \frac{z^\rho}{\rho}},$$

q_i n'étant pas une constante ni une fonction analytique de z; en effet, les formules (1) montrent que les q_i ne dépendent que de $r = |z|$.

» Les $Q_i(z)$ croissant moins vite que $e^{r^\rho (\log r)^{\rho_1} \ldots (\log_\nu r)^{\rho_\nu}}$ et les $P_i(z)$ croissant plus vite que $r^\rho (\log r)^{\rho_1} \ldots (\log_\nu r)^{\rho_\nu + \alpha}$ (α étant un nombre positif), nous démontrons, en suivant le procédé même de M. Borel, l'impossibilité de l'identité (2). Il est vrai que nous aurons à appliquer le théorème de M. Hadamard (sur le module minimum) à des fonctions non analytiques, mais toute difficulté sera écartée si l'on tient compte des résultats de M. Wiman. Il a, dans son travail plus haut cité, établi le théorème de M. Hadamard pour la fonction $F_1(z)$ du paragraphe précédent, fonction qui n'est pas non plus analytique. Nous n'avons qu'à appliquer ce résultat de M. Wiman pour achever aisément la démonstration.

» 3. Le fait que $F_1(z)$ obéit aux inégalités de MM. Boutroux et Lindelöf me conduit aussi au théorème suivant :

» $F(z)$ *étant une fonction entière d'ordre* ρ *et à croissance régulière, si on la multiplie par une autre fonction entière* $G(z)$ *quelconque d'ordre au plus égal à* ρ (1), *le produit, lorsque son ordre est égal à* ρ, *est toujours à croissance régulière.*

» Dans cet énoncé, il faut supposer que $F(z)$ n'est pas exceptionnelle au sens de M. Wiman. Nous sommes affranchis de cette restriction dans le cas où $G(z)$ est aussi une fonction à croissance régulière. »

---

(1) D'une façon plus précise, l'ordre de $G(z)$ ne doit pas dépasser celui de $F(z)$, des ordres étant pris dans le sens large du mot, conformément à la définition de M. Ernst Lindelöf (*Acta Societatis scientiarum Fennicæ*, t. XXXI, n° 1, 1902).

NAVIGATION AÉRIENNE. — *Sur l'empennage des carènes des ballons dirigeables.* Note de M. **Ch. Renard**, présentée par M. Maurice Levy.

« Nous avons fait connaître (*Comptes rendus,* 6 juin 1904) l'existence d'une vitesse critique ψ que les ballons dirigeables actuels ne peuvent dépasser. Elle correspond au cas où le couple perturbateur C′ proportionnel à V^2 agissant sur la carène devient égal au couple *redresseur statique* C qui est indépendant de la vitesse.

» Mais, bien avant d'atteindre cette vitesse critique, le ballon est dans un état d'équilibre précaire. Ce gros pendule à grand moment d'inertie, à faible couple de rappel et à faible amortissement, tend à prendre des mouvements de tangage dont l'amplitude peut s'exagérer, et ces mouvements de tangage se compliquent de variations sinusoïdales d'altitude dues à la composante transversale de la résultante de translation des forces provenant de la résistance de l'air.

» Sans insister pour le moment sur ces phénomènes complexes, il résulte de nos recherches que si l'on ne modifie pas radicalement les conditions de *stabilité de route* des carènes des ballons dirigeables, les nouvelles expériences que l'on pourra tenter n'aboutiront qu'à des déceptions.

» Les vitesses pratiques resteront limitées à 8^m ou 9^m par seconde en dépit des progrès des moteurs, tandis qu'il faudrait 14^m ou 15^m pour que le problème puisse être considéré comme résolu.

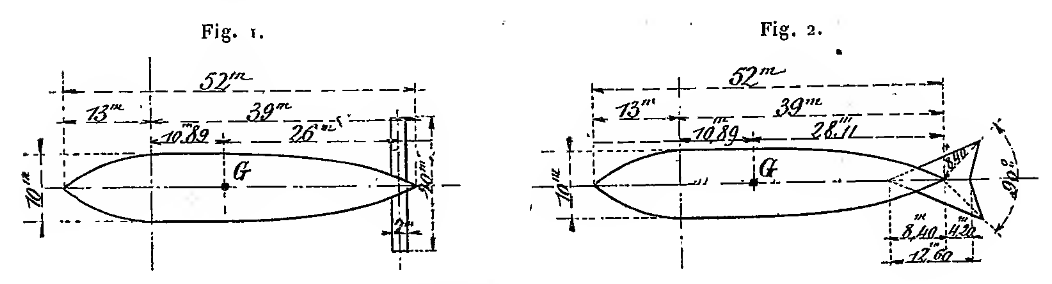
» Il faut donc ou renoncer aux ballons dirigeables ou construire des carènes stables.

» Le type d'une carène stable est *la flèche empennée*. Les surfaces d'empennage (plans passant par l'axe longitudinal) placées très en arrière du centre de gravité donnent à la flèche la propriété de marcher constamment suivant la tangente à sa trajectoire.

» Ici le couple perturbateur est remplacé par un couple redresseur proportionnel à sinus α et à V^2. Ce couple est proportionnel, en outre, au moment superficiel *des pennes* par rapport au centre de gravité. C'est à ce moment superficiel que nous proposons de donner le nom d'*empennage*. Il s'exprime en mètres cubes.

» Le *couple redresseur* dû à un plan horizontal dont l'empennage est E peut se calculer *a priori*.

» Soient N la composante normale de la résistance de l'air sur la penne, C″ le *couple redresseur*, et L la distance du point d'application de N au centre de gravité du ballon. On a évidemment $C'' = NL$.



Deux dispositifs d'empennage strict.
Ballon type *France* raccourci (vues en plan).
N. B. — Les essais dans le *tunnel* ont été faits sur un modèle au $\frac{1}{200}$.

» D'autre part, en admettant la formule de Duchemin pour les petits angles et en introduisant nos notations habituelles, on a facilement

$$N = 1,6 a \varphi_1 \sin\alpha S V^2, \qquad \text{d'où} \qquad C'' = 1,6 a \varphi_1 \sin\alpha V^2 SL,$$

mais $SL = E$ par définition, donc enfin

$$C'' = 1,6 a \varphi_1 E V^2 \sin\alpha = A'' \sin\alpha V^2.$$

» D'autre part le couple perturbateur *naturel* de la carène peut s'écrire :

$$C' = A' \sin\alpha V^2.$$

» Le couple perturbateur *actuel* devient donc :

$$C_1 = C' - C'' = (A' - A'') \sin\alpha V^2.$$

» Si $A'' < A'$ (empennage insuffisant), le couple perturbateur sera diminué et la vitesse critique augmentera dans le rapport $\sqrt{\frac{A'}{A' - A''}}$.

» Si $A'' = A'$ (empennage strict), il n'y a plus de couple perturbateur, la vitesse critique *devient infinie* et le ballon est aussi stable en marche qu'au repos.

» Enfin si $A'' > A'$ (empennage surabondant) le ballon aura vraiment les propriétés d'une flèche empennée et son coefficient de stabilité longitudinale augmentera avec la vitesse.

» Quelle doit être la valeur E*s* de l'empennage strict?

» Elle est donnée par la relation

$$1,6 a \varphi_1 \sin\alpha V^2 Es = C' = K' a \sin\alpha d^3 V^2 \qquad \text{d'où} \qquad Es = \frac{K'}{1,6\varphi_1} d^3.$$

L'empennage strict est proportionnel au cube du diamètre dans les ballons semblables, ce qui veut dire que la similitude s'étend aussi *à l'empennage*.

» En faisant $K' = 0,145$ et $\varphi_1 = 0,085$ on trouve $Es = 1,066 d^3$. Pour un ballon de 10^m de diamètre on aurait donc $Es = 1066$.

» *L'empennage strict serait obtenu au moyen d'une penne de* 38^{m^2} *de surface* placée à la pointe arrière du ballon, c'est-à-dire à 28^m *environ en arrière du centre de gravité.*

» *L'expérience vérifie d'une façon remarquable le résultat de ce calcul.* La figure 1 montre un dispositif expérimenté *dans le tunnel* et qui s'est bien comporté comme *un empennage strict*.

» Pour un ballon de 10^m de diamètre on a $S = 40^{m^2}$, $C = 26$ et $E = 1040$, chiffre très voisin de 1066 trouvé plus haut.

» Le dispositif de la figure 2 est aussi celui d'un empennage strict. Ici $E = 1760$, la surface est moins efficace parce qu'elle est en partie masquée par les formes d'arrière de la carène.

» *Les mêmes surfaces placées à l'arrière de la nacelle donnent de très mauvais résultats.*

» On voit que les surfaces *d'empennage strict* sont considérables et qu'on peut prévoir de ce côté de grandes difficultés pratiques de construction.

» Nous indiquerons prochainement comment on peut espérer en triompher, d'une part en modifiant le mode d'application de la force propulsive et d'autre part en faisant concourir la carène elle-même *à l'empennage*. Nous tenons à dire dès maintenant que si le problème de la stabilité longitudinale des ballons dirigeables est difficile, il est certainement susceptible d'une solution rationnelle et pratique. »

OPTIQUE. — *Sur les pouvoirs réfringents des corps dissous. Lois approchées.* Note de M. C. Chéneveau, présentée par M. Potier.

« J'ai indiqué précédemment (¹), d'après les expériences de M. Dijken et les miennes, la loi de proportionnalité de la quantité Δ (²) qui caractérise l'indice d'un sel dans ses dissolutions aqueuses à la concentration C.

(¹) *Comptes rendus*, t. CXXXVIII, p. 1483.

(²) Δ est la différence de l'indice n de la dissolution et de l'indice n_e de l'eau calculé en tenant compte de son état de dilution.

» On peut alors appeler *pouvoir réfringent moléculaire* du corps dissous le produit $K \times M = K_M$ $\left(K = \frac{\Delta}{C};\ M, \text{poids moléculaire}\right)$ qui, comme K, est très sensiblement constant quelle que soit la dilution; et *pouvoir réfringent équivalent* K_e le quotient du pouvoir réfringent moléculaire par la valence ν qui unit les deux ions dans la molécule ionisable

$$K_e = \frac{\Delta}{C}\,\frac{M}{\nu}.$$

» J'ai rassemblé, dans le Tableau suivant, les valeurs des pouvoirs réfringents équivalents que j'ai obtenus pour un certain nombre de substances.

» Les chiffres gras sont déduits des expériences de Dijken sur les solutions très étendues ([1]).

TABLEAU I.

	Cl.	AzO^3.	$\frac{1}{2}SO^4$.	OH.
H	0,0144	0,0176	0,0116	0,0060
	145	**176**	**115**	
Li	0,0149	0,0180	0,0122	
	147	**187**	**122**	
AzH^4	0,0226	0,0257	0,0199	0,0151
	225	**258**	**199**	
Na	0,0157	0,0190	0,0131	0,0095
	158	**188**	**132**	
K	0,0189	0,0223	0,0165	0,0129
	191	**222**	**165**	
$\frac{1}{2}$ Mg	0,0145	0,0181	0,0117	
	148	**180**	**121**	
$\frac{1}{2}$ Cu	0,0165	0,0198	0,0142	
$\frac{1}{2}$ Sr	0,0174			
$\frac{1}{2}$ Ba	0,0193			
$\frac{1}{2}$ Pb		0,0265		
Ag		0,0276		
Th			0,0288	

» Ces résultats s'accordent, en général, assez bien avec ceux que l'on peut tirer des déterminations des nombreux auteurs qui se sont occupés de cette question. Ils permettent de mettre en évidence des relations additives assez nettes et d'énoncer sous une forme générale les lois approchées suivantes ([2]) :

([1]) Le Tableau est à double entrée. La valeur de K_M relative à AzO^3Na, par exemple, se trouve dans la colonne au-dessous de AzO^3 et sur la rangée à droite de Na.

([2]) Comme l'avait déjà annoncé Gladstone, mais avec un nombre d'expériences peut-

» 1° *La différence des pouvoirs réfringents équivalents de deux sels de bases* B *et* B′ *avec un même acide est un nombre indépendant de la nature de l'acide.*

» On peut le constater d'après le Tableau II où l'on trouve la différence des valeurs de K_e d'un sel et du sel d'ammonium correspondant, et cela pour divers acides :

TABLEAU II.

	Cl.	$\frac{1}{2}SO^4$.	AzO^3.
$AzH^4 - H$	0,0082	0,0083	0,0081
$AzH^4 - Li$	0,0077	0,0077	0,0077
$AzH^4 - Na$	0,0069	0,0067	0,0067
$AzH^4 - K$	0,0037	0,0034	0,0034
$AzH^4 - \frac{Mg}{2}$	0,0081	0,0082	0,0076
$AzH^4 - \frac{Cu}{2}$	0,0061	0,0057	0,0059

» 2° *La différence des pouvoirs réfringents équivalents de deux sels de groupes acides* A *et* A′ *avec une même base est un nombre indépendant de la nature de la base.*

» On peut le vérifier à l'aide du Tableau III :

TABLEAU III.

	$AzO^3 - Cl$.	$Cl - \frac{1}{2}SO^4$.	$AzO^3 - \frac{1}{2}SO^4$.
H.............	0,0032	0,0028	0,0060
Li.............	0,0031	0,0027	0,0057
AzH^4..........	0,0031	0,0027	0,0058
Na............	0,0033	0,0026	0,0059
K.............	0,0034	0,0024	0,0058
$\frac{1}{2}$Mg..........	0,0036	0,0028	0,0064
$\frac{1}{2}$Cu..........	0,0033	0,0023	0,0056

» 3° Le pouvoir réfringent moléculaire K_M ne varie pas proportionnellement au poids moléculaire : le quotient $\frac{K_M}{M}$ diminue quand M augmente [1].

» Parmi les expressions qui relient ces deux grandeurs entre elles, celle

être insuffisant pour entraîner la conviction; comme il résulte également des expériences de Dijken sur les solutions très étendues.

[1] Les sels ammoniacaux se classent d'ailleurs en dehors des autres sels.

qui paraît donner le moins de divergence pour les corps que j'ai étudiés est le quotient $a = \frac{K_M}{\sqrt{M}}$ (1).

» On peut en juger par le Tableau suivant qui donne les valeurs de a pour quelques azotates, chlorures et sulfates :

M'.	AzO^3M'.	ClM'.	$SO^4M'^2$.	M''.	$(AzO^3)^2M''$.	Cl^2M''.	SO^4M''.
H.......	0,0022	0,0024	0,0023	Mg...	0,0030	0,0029	0,0021
Li.......	0,0022	0,0023	0,0023	Cu...	0,0029	0,0029	0,0023
AzH^4....	0,0029	0,0030	0,0035	Zn...	0,0029 (2)	0,0028 (2)	0,0022 (2)
Na......	0,0021	0,0021	0,0022	Sr....	0,0028 (2)	0,0027	
K.......	0,0022	0,0022	0,0025	Ba...	0,0028 (2)	0,0027	
Ag......	0,0021			Pb...	0,0029		
Th......			0,0025				

» On peut donc dire que, *pour ces corps, le quotient du pouvoir réfringent moléculaire par la racine carrée du poids moléculaire est à peu près constant*. Toutefois, cette loi empirique ne paraît pas se vérifier aussi bien que les précédentes : ce n'est, sans doute, qu'une première approximation grossière de la loi de liaison qu'on pourra peut-être établir par des considérations théoriques entre le retard apporté à la marche de la lumière par la molécule d'un corps et la quantité de matière contenue dans cette molécule. »

SPECTROSCOPIE. — *Sur le spectre du fluorure de calcium dans l'arc électrique.* Note de M. **Ch. Fabry**, présentée par M. Deslandres.

« La plupart des sels introduits dans l'arc électrique ne donnent d'autre spectre que celui du métal correspondant. J'ai découvert qu'il en est autrement pour les fluorures de calcium, de strontium et de baryum. En analysant la lumière d'un arc électrique jaillissant entre charbons creux remplis de l'un de ces sels on obtient, outre le spectre du métal correspondant, un très brillant spectre de bandes; on doit donc admettre l'existence de vapeurs de ces fluorures, incomplètement dissociés, à la

(1) Gladstone (*Proc. of the Royal Soc.*, t. LX, p. 140) a considéré pour les éléments la quantité équivalente $K\sqrt{M}$.

(2) Valeurs de a obtenues en calculant K_M d'après les Tables d'indices de Dufet et les Tables de densités de Landolt et Bornstein.

température de l'arc électrique. Ces spectres, dont la constitution est relativement simple, m'ont paru mériter une étude attentive.

» Les longueurs d'onde ont été mesurées, par comparaison avec les raies du fer, au moyen du spectroscope à prismes que M. Jobin et moi avons récemment décrit (¹). La présente Note sera consacrée au spectre du fluorure de calcium. Le spectre de ce corps se compose d'un certain nombre de bandes qui appartiennent à deux types différents, mais qui ont des caractères communs.

» Considérons l'une de ces bandes, et représentons chaque raie par la *fréquence* du mouvement vibratoire (ou plus exactement par l'inverse de la longueur d'onde dans le vide). A mesure que l'on avance vers le rouge, la distance de chaque raie à la suivante va progressivement en croissant; la série de ces intervalles forme une progression arithmétique. C'est l'une des lois les plus générales des spectres de bandes, établie par M. Deslandres (²); elle se vérifie, dans le cas actuel, avec une précision égale à celle des mesures, c'est-à-dire au cent-millième en valeur relative. Il en résulte que les fréquences des raies successives peuvent être exprimées par une fonction du second degré d'un nombre entier m, qui sera le numéro d'ordre de la raie. Par exemple, pour l'une des bandes située dans le jaune, les fréquences sont exactement représentées par l'équation (³) :

$$N = 17146,0 - 0,1771\,m^2.$$

» La bande comprend toutes les raies qui correspondent aux valeurs de m comprises entre 0 et 17; elle ne se prolonge pas au delà.

» Plusieurs autres bandes, situées dans le rouge orangé, ont une constitution identique. Elles sont représentées par les équations D du Tableau donné plus loin. Elles cessent brusquement pour la raie 17, et c'est cette dernière raie qui est la plus brillante; les intensités vont en décroissant si rapidement lorsqu'on passe aux raies précédentes qu'on ne peut en mesurer que 6 ou 7 dans chaque bande, bien que la bande paraisse se prolonger jusqu'à la valeur $m = 0$, comme pour la bande jaune.

» Deux autres bandes, dans le vert (désignées dans le Tableau suivant par les

---

(¹) *Journal de Physique*, 4ᵉ série, t. III, 1904, p. 202.

(²) *Comptes rendus*, t. CIII, p. 375 et t. CIV, p. 972. Voir aussi t. CXXXVIII, 8 février 1904, p. 317.

(³) La relation générale du second degré entre N et l'entier m peut s'écrire

$$N = B - A(m + \alpha)^2$$

dans laquelle on peut toujours choisir la constante α entre 0 et 1 par un numérotage convenable des raies. Si l'on cherche à représenter les séries qui nous occupent ici, et dont le nombre de raies mesurables ne dépasse pas une vingtaine, on trouve que la constante α est très mal déterminée. En fait, l'équation à deux constantes $N = B - A\,m^2$ représente les fréquences avec une précision égale à celle des mesures

lettres A et B) présentent un aspect différent, mais en réalité une constitution analogue. Si l'on parcourt le spectre dans le sens des longueurs d'onde croissantes, on voit la bande commencer brusquement par les raies les plus intenses; les raies suivantes ont des intensités lentement décroissantes, en même temps que la distance des raies consécutives va lentement en croissant. Elles sont encore représentées par des équations de la forme

$$(1) \qquad N = B - Am^2 \ldots$$

m étant un nombre entier, mais, au lieu de commencer avec $m = 0$, la bande ne commence que pour une valeur assez élevée de m. Chacune de ces bandes est d'ailleurs composée de doublets, ou, si l'on veut, de deux bandes distinctes régies par des équations dont les coefficients sont peu différents.

» En résumé, toutes les bandes sont représentées par des équations de la forme (1); dans les unes, m doit être supérieur à une certaine limite, pour laquelle la bande *commence* brusquement; les intensités vont en diminuant lorsque m augmente; pour les autres, m doit rester inférieur à une certaine limite, et l'intensité diminue lorsque m diminue à partir de cette limite. Le Tableau suivant donne les équations qui représentent les diverses bandes [1] :

A_1	$N = 20458,2 - 0,14252 \times m^2$	$m \geqq 85$
A_2	$N = 20453,5 - 0,14238 \times m^2$	$m \geqq 85$
B_1	$N = 19924,5 - 0,1030 \times m^2$	$m \geqq 100$
B_2	$N = 19911,4 - 0,1023 \times m^2$	$m \geqq 100$
C	$N = 17146,0 - 0,1771 \times m^2$	$m \geqq 17$
D	$N = 16609,3 - 0,173 \times m^2$	$m \geqq 17$
D′	$N = 16569,2 - 0,167 \times m^2$	$m \geqq 17$
D″	$N = 16533,2 - 0,169 \times m^2$	$m \geqq 17$
D‴	$N = 16469,2 - 0,160 \times m^2$	$m \geqq 17$

» L'aspect de ces bandes présente une particularité curieuse, nette surtout sur le groupe B. Chaque raie de ce groupe se présente comme une ligne très déliée, nettement limitée du côté du violet, mais se prolongeant vers le rouge par un spectre continu, qui va rapidement en s'affaiblissant. Lorsqu'on arrive à des raies un peu éloignées du commencement de la bande, ces divers spectres continus, issus en quelque sorte de chaque raie, se confondent en partie, et chaque raie se détache sur un fond notablement éclairé. Les autres bandes ont un aspect analogue, mais le spectre continu se détache toujours du côté où les raies vont en s'affaiblissant, c'est-à-dire

(1) Il existe d'autres bandes faibles que je n'ai pas mesurées.

vers les grandes longueurs d'onde pour les raies des bandes A et B, et vers les faibles pour les autres. Certaines régions de ces spectres continus montrent des indices de résolution en raies très serrées. On peut se demander si, en réalité, chaque raie n'est pas la tête d'une bande à raies extrêmement serrées, donnant l'aspect d'un spectre continu dégradé, comme fait un spectre de bandes ordinaire dans un spectroscope à très faible dispersion. »

PHYSIQUE. — *Étude directe du transport dans le courant des particules ultramicroscopiques.* Note de MM. **A. Cotton** et **H. Mouton**, présentée par M. J. Violle.

« Nous avons décrit dans une Note précédente ([1]) un appareil destiné aux recherches sur les objets ultra-microscopiques. Cet appareil, légèrement modifié, nous a servi depuis à des études dont les unes se rapportent aux particules en suspension dans les liquides, et surtout aux granules des colloïdes; dont les autres ont trait à la structure de certains dépôts, surtout de dépôts métalliques. Nous nous occuperons d'abord des premières.

» On sait comment on observe d'habitude le *transport électrique* des colloïdes. Un tube rempli d'eau contenant une colonne de colloïde est traversé par un courant. On observe à l'œil nu le déplacement des extrémités du colloïde. Nous nous sommes proposé de rechercher si le déplacement, dans ces conditions, des particules très petites que renferme ce liquide peut rendre compte du phénomène qu'on observe à l'œil nu, et, d'une façon générale, d'étudier ce déplacement.

» Pour cette étude, nous faisons à la manière ordinaire une préparation du liquide à observer. Deux bandes de platine de quelques microns d'épaisseur placées sur la lame porte-objet servent d'électrodes. On observe, avec un grossissement modéré, les points brillants correspondant aux granules du colloïde; on les voit se déplacer et se diriger vers l'une ou l'autre des électrodes dès qu'on établit le courant, s'arrêter quand on le supprime et changer de sens quand on l'inverse. On peut facilement mesurer leur vitesse en comptant le nombre de secondes qui s'écoulent pendant qu'une particule déterminée traverse le champ suivant un diamètre.

» Pour décrire les phénomènes observés, nous prendrons comme type

---

([1]) *Comptes rendus*, t. CXXXVI, 29 juin 1903, p. 1657; *Rev. gén. des Sc.*, 15 décembre 1903.

une solution colloïdale d'argent préparée par le procédé de Bredig ([1]) dont les grains très lumineux sont particulièrement commodes pour cette étude. Nous admettrons qu'on a fait une préparation un peu épaisse : à cet effet, des cales formées de mica sont interposées latéralement entre le support et le couvre-objet. Si nous pointons alors à égale distance des deux électrodes et au milieu de l'épaisseur du liquide, nous voyons les particules se diriger vers l'anode : c'est le sens que donne l'examen à l'œil nu. Si alors on enfonce peu à peu le tube du microscope, le phénomène n'est d'abord pas modifié, les particules continuent à remonter le courant. Mais, en s'approchant des parties inférieures du liquide, on voit bientôt des particules se mouvoir en sens inverse, et, tout près de la paroi, ce mouvement est général : les particules descendent alors le courant. Les mêmes phénomènes s'observent au voisinage de la surface supérieure du liquide.

» L'épaisseur de ces couches où le mouvement des particules est inverse est, dans le cas d'une paroi de verre et de l'argent de Bredig, d'environ 25^{μ}. Cette épaisseur dépend de la nature des parois : plus faible au voisinage d'une paroi de quartz, elle est nulle près d'une paroi de gypse. Elle ne paraît pas varier quand on augmente même beaucoup l'épaisseur de la préparation. Quand on diminue celle-ci, la partie centrale du liquide s'amincit de plus en plus, les couches inverses se rejoignent, et tous les grains vont vers la cathode. Quincke, qui avait étudié le transport de particules beaucoup plus grosses (grains d'amidon) ([2]), avait déjà signalé des mouvements inverses des particules près et loin des parois. Mais les diamètres relativement grands de ses tubes ne lui avaient pas permis de voir le mouvement unique vers la cathode qu'on observe si facilement dans les préparations très minces de liquides renfermant des particules ultramicroscopiques.

» Dans les couches du liquide où le déplacement est inverse, comme dans la couche centrale, le mouvement s'établit aussitôt avec le courant. Cela nous a conduit à essayer l'emploi d'un courant alternatif en utilisant d'abord le courant d'un secteur de 42 périodes par seconde. On voit alors immédiatement chaque point lumineux se transformer en une petite droite plus brillante à ses deux extrémités. Si l'on imprime à la préparation, à l'aide d'une des vis de la platine. un mouvement rapide perpendiculaire à cette petite droite, elle se transforme en une courbe ondulée, visible grâce à la persistance des impressions lumineuses.

([1]) Solution préparée depuis 4 ans et qui n'avait pas déposé.

([2]) Quincke, *Pogg. Annalen*, 1861.

» Avec le courant alternatif comme avec le courant continu, les pointés successifs, faits à différentes hauteurs dans une préparation épaisse, révèlent l'existence de couches superposées. Le mouvement vibratoire a sa plus grande amplitude dans la partie centrale du liquide : cette amplitude décroît quand on s'approche de l'une ou de l'autre paroi. Pour une certaine mise au point, les mouvements paraissent s'annuler, puis renaissent au voisinage de la paroi.

» Nous nous sommes assurés que la période des vibrations des particules ainsi mises en évidence est bien la période même du secteur. Il sera intéressant de voir jusqu'à quel point ces mouvements peuvent renseigner sur le courant oscillatoire qui les provoque. Mais il est certain, en tous cas, que des oscillations plus rapides peuvent être mises en évidence. Nous avons, en effet, remplacé le courant précédent par un courant d'environ 1300 périodes par seconde (courant obtenu dans une bobine à fil fin placée près d'une bobine à gros fil faisant partie du circuit de résonance d'un arc chantant). Nous avons observé, dans ce cas encore, que la ligne lumineuse, visible lors du déplacement, présente des dentelures plus petites et beaucoup plus nombreuses.

» Au lieu de soumettre les particules à l'influence d'un courant alternatif, on peut, naturellement, les faire obéir à une action plus complexe. Si l'on fait, par exemple, une préparation munie de trois électrodes dont les extrémités forment les sommets d'un triangle équilatéral, qu'on observe une particule près du centre du triangle et qu'on relie les trois électrodes aux bornes d'un générateur triphasé, on voit cette particule décrire une trajectoire presque circulaire, mettant ainsi en évidence les relations qui existent entre les intensités et les phases des trois courants.

» Dans une prochaine Communication nous montrerons que ces observations peuvent être étendues à beaucoup d'autres corps et reliées à d'autres faits déjà connus. »

PHYSIQUE. — *Action du champ magnétique sur les rayons* N *et* N_1. Note de M. **Jean Becquerel** (¹), présentée par M. Henri Becquerel.

« Dans plusieurs Communications présentées récemment à l'Académie (²) j'ai mis en évidence un certain nombre de propriétés que pos-

(¹) Dans les *Comptes rendus* de la séance du 13 juin, Note de M. Jean Becquerel, p. 1486, dernière ligne, *au lieu de* N_1, *lire* N, et p. 1489, ligne 9, *au lieu de* observé de phénomène, *lire* observé le phénomène.

(²) Jean Becquerel, *Comptes rendus*, t. CXXXVIII, p. 1332 (30 mai 1904), p. 1415 (6 juin 1904).

sèdent les rayons N et N_1 et dont il semble difficile de rendre compte en supposant ces radiations uniquement constituées par des mouvements ondulatoires ne différant des ondes lumineuses que par leur période.

» Dans l'hypothèse que j'ai été conduit à émettre (¹), les molécules des corps sources de rayons Blondlot prendraient un mouvement vibratoire, origine de rayons N ou de rayons N_1 suivant que ces molécules seraient soumises à une compression ou à une dilatation. Ce mouvement donnerait lieu à une perturbation de l'éther analogue à la lumière : M. Blondlot, en effet, après avoir montré que ce mouvement se propage dans l'air avec la vitesse de la lumière, qu'il se réfléchit, se réfracte, se polarise, a mesuré les longueurs d'onde des radiations produites par une lampe Nernst.

» Mais j'ai été amené à supposer que ce mouvement ondulatoire ne serait pas le seul élément constituant les rayons de Blondlot. Je me suis proposé de rechercher si le mouvement ondulatoire ne serait pas suivi, sur tout son parcours, par un rayonnement matériel qui serait sinon entièrement provoqué, du moins facilité par ce mouvement. Ces idées, que les faits actuellement connus ne m'ont pas encore permis de préciser, m'ont conduit à examiner si un champ magnétique aurait une action sur un faisceau de rayons de Blondlot.

» J'ai pu constater que l'action des rayons N ou N_1 sur le sulfure de calcium ne se produit plus lorsque le faisceau traverse un champ magnétique, même peu intense (130 environ), dans la direction normale aux lignes de force. Au contraire, l'action se transmet sans altération apparente parallèlement au champ.

» Entre les pôles d'un électro-aimant Weiss, on dispose un tube de verre perpendiculairement aux lignes de force du champ magnétique. On examine à une extrémité de ce tube le rayonnement émané d'une source placée à l'autre extrémité, distante de 45^{cm}. Afin de protéger l'écran de sulfure de calcium détecteur des rayons contre l'effet du champ magnétique, on recouvre entièrement l'électro-aimant d'une plaque de tôle percée de deux petites ouvertures pour laisser passer le tube de verre. On vérifie d'abord que, dans ces conditions, le champ magnétique n'a pas d'action appréciable sur l'écran de sulfure de calcium.

» Tant que l'électro-aimant n'est pas excité, on constate qu'en approchant d'une extrémité du tube de verre une source de rayons N, ou de rayons N_1, le rayonnement est transmis à l'autre extrémité et reste même à peu près aussi intense qu'au voisinage de la source, sans doute à cause des réflexions successives qui se produisent dans le tube de verre.

(¹) JEAN BECQUEREL, *Ibid.*, p. 1417 (6 juin 1904).

» Dès que l'on produit un champ magnétique suffisant, il devient impossible de reconnaître si une source de rayons N ou N_1 est approchée de l'extrémité du tube de verre.

» En employant comme source de rayon N des larmes bataviques j'ai observé que dans les conditions de l'expérience, c'est-à-dire le tube de verre ayant une longueur de 45^{cm}, un diamètre intérieur de 6^{mm}, et traversant un champ magnétique uniforme sur une longueur de 7^{cm}, il était nécessaire que le champ eût une valeur minimum d'environ 126 pour faire cesser l'action sur le sulfure de calcium.

» En faisant passer le tube de verre à l'intérieur d'armatures percées de manière à le disposer parallèlement aux lignes de force, les rayons continuent à agir sur le sulfure, que l'électro-aimant soit excité ou ne le soit pas.

» Les sources de rayons employées ont été de l'acier trempé, du sulfure de calcium insolé, des larmes bataviques (qui peuvent servir de sources de rayons N_1 si l'on utilise la pointe) [1], enfin des rayons émanés du cerveau.

» En introduisant dans le tube de verre un fil de cuivre pour conduire les rayons dans le métal, ou simplement en remplaçant ce tube par le fil placé perpendiculaire aux lignes de force, lorsque l'électro-aimant est excité l'on ne constate plus à l'extrémité du fil aucune action sur le sulfure de calcium quand une source de rayons est approchée de l'autre extrémité; cette action redevient visible dès que l'on supprime le champ magnétique. Elle reste visible dans tous les cas lorsque le fil est disposé parallèlement au champ.

» Si l'on approche d'un écran de sulfure de calcium une substance radioactive, d'activité très grande, comme du bromure de radium contenu dans un tube de verre, ou d'activité très faible, comme un sel d'uranium, on constate que sous l'action du rayonnement l'écran prend le même aspect que lorsqu'il est soumis aux rayons N. En regardant l'écran au travers d'une cuve d'eau distillée, on constate, comme dans le cas des rayons N, que le changement d'aspect disparaît en grande partie, montrant qu'il n'est pas dû uniquement à une variation de la quantité de lumière émise; les changements de visibilité s'observent au contraire très bien au travers de l'eau salée. En reprenant le dispositif que nous avons décrit dans la présente Note, si l'on approche la substance radioactive de l'extrémité du tube de verre, on constate l'augmentation de visibilité de l'écran placé à l'autre extrémité tant que l'électro-aimant n'est pas excité; mais cette action cesse dès que les rayons β sont déviés par le champ.

» Ce rapprochement entre les effets produits par les sources de rayons N et par les substances radioactives présente un grand intérêt.

---

[1] JEAN BECQUEREL, *Comptes rendus*, t. CXXXVIII, 13 juin 1904, p. 1487.

» Il importe également de rapprocher la coexistence des phénomènes décrits dans la présente Note et des mouvements vibratoires dont M. Blondlot a mesuré la longueur d'onde, de la production des rayons cathodiques observés par M. Lénard sous l'action des rayons ultra-violets. Dans une Communication prochaine je décrirai diverses expériences relatives à l'action du champ magnétique sur les rayons N et N_1. »

PHYSIQUE. — *Essai d'une méthode photographique pour étudier l'action des rayons* N *sur la phosphorescence.* Note de M. **E. Rothé**, présentée par M. A. Potier.

« J'ai l'honneur de présenter à l'Académie une méthode photographique permettant de suivre la décroissance de la phosphorescence et ses variations sous l'influence des rayons N. Dans leurs recherches sur ces rayons, un grand nombre de physiciens utilisent les variations d'éclat qu'offre un écran au sulfure de calcium; ils ont déjà tiré de leur études des conséquences si inattendues et si importantes, au point de vue de la constitution de la matière, d'autre part, d'excellents expérimentateurs éprouvent de telles difficultés pour percevoir ces changements d'éclat, qu'il devient de plus en plus nécessaire d'obtenir des résultats objectifs; c'est seulement alors qu'on pourra tirer des conclusions en toute certitude.

» C'est dans ce but que j'ai essayé, il y a plusieurs mois, d'appliquer au sulfure une méthode analogue à celle par laquelle M. Blondlot a démontré d'une façon indiscutable que les rayons N augmentent l'éclat d'une petite étincelle. Le cas du sulfure est beaucoup plus compliqué parce que sa phosphorescence diminue avec le temps et la méthode des expériences croisées ne m'a pas fourni de résultats satisfaisants.

» Renonçant à éliminer cette diminution d'éclat, je me suis au contraire attaché à étudier la décroissance de la phosphorescence et à mettre en évidence, par un artifice, les variations introduites par des causes extérieures. Si la méthode que j'ai imaginée n'est pas encore susceptible d'une très grande précision, elle est du moins la seule, je crois, qui puisse actuellement fournir des indications certaines sur l'effet des rayons N.

» Elle consiste à placer à une faible distance d'une plaque photographique (5^{mm} environ) un petit écran circulaire de sulfure de calcium phosphorescent : après une pose de 5 secondes, le négatif révèle une impres-

sion, tache circulaire, très noire au centre, dégradée, accompagnée d'une pénombre. La phosphorescence diminue avec le temps et, après un intervalle de 20 secondes par exemple, une deuxième impression donne une tache moins noire et moins large. En produisant ainsi des impressions, correspondant à des poses égales, au bout d'intervalles de temps égaux, on obtient sur le négatif une série de taches noires dont le diamètre s'affaiblit à mesure que la phosphorescence décroît. Représentons graphiquement cette diminution d'éclat du sulfure en portant en abscisses les intervalles de temps qui séparent les poses successives, et en ordonnées les diamètres des taches obtenues. Dans les cas les moins favorables, où la pénombre se détache mal sur le fond clair de la plaque, on peut encore mesurer le diamètre à $0^{mm},5$ près.

» Les courbes obtenues par ce procédé (n° I) sont très régulières et ne présentent nulle part de discontinuité. Mais si, au lieu de laisser la phosphorescence décroître spontanément, on introduit périodiquement une cause quelconque de perturbations tendant à augmenter ou à diminuer l'éclat du sulfure (radiations calorifiques, rayons N ou N_1), la courbe cesse d'être régulière et les perturbations sont accusées par des discontinuités.

» Par exemple, on fait tomber sur l'écran un faisceau de rayons N pendant 20 secondes et l'on produit une impression 1 avec 5 secondes de pose; on enlève la plaque, on supprime la source des rayons N et, après un nouvel intervalle de 20 secondes, on produit, avec la même pose, une impression 2. On répète cinq fois ces deux expériences et l'on produit 10 taches sur une même plaque photographique 9 × 12. J'ai construit à cet effet un appareil spécial formé de deux glissières verticales: Dans la première se meut un châssis-chariot dans lequel la plaque peut aussi se déplacer horizontalement. Dans la seconde un aide abaisse et soulève alternativement toutes les 25 secondes un écran de plomb oxydé recouvert de papier mouillé. Afin d'éviter les erreurs personnelles, je cherche à réaliser, automatiquement, les déclenchements à l'aide d'électro-aimants et de relais polarisés.

» Il est visible, au premier coup d'œil, sans qu'il soit besoin de faire aucune mesure, que, dans les plaques obtenues, en laissant décroître la phosphorescence sans faire intervenir aucune cause perturbatrice, les diamètres des taches décroissent d'une façon progressive et continue. Dans le cas contraire, la continuité disparaît et, de deux en deux, les taches ont à peu près le même diamètre et le même aspect.

» On verra aisément en construisant les courbes à l'aide des données numériques ci-dessous, qu'elles s'inclinent vers l'axe des temps par paliers successifs et non plus d'une façon continue.

Diamètres en millimètres.

» Nos des taches : 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10.

» No I. Décroissance sans causes perturbatrices :

20,5 17,5 17 16 15 14,5 14 13,5 13 12,5.

» No II. Rayons N produits par une lampe Nernst et concentrés à 60cm de distance par une lentille d'aluminium; taches impaires avec rayons N :

18,5 17 16,75 15 14,75 13,75 13,75 12 12 12.

» No III. Même source; écran à 30cm de la source :

17,5 17 16,25 15 15 14,5 15 13,25 13 11,25.

» No IV. Paquet de limes placées derrière l'écran :

21,5 19,5 18 18 16,5 15,5 15 15 14 13,5.

» L'ensemble de mes résultats (une quarantaine d'essais) semble démontrer l'existence d'une action des rayons N sur le sulfure même. Pour les intervalles de temps que j'ai utilisés (25 secondes) les rayons N paraissent sinon augmenter l'éclat du sulfure, du moins *diminuer la vitesse avec laquelle la phosphorescence décroît*. Cet effet est faible et il m'a fallu employer l'artifice décrit ci-dessus pour parvenir à le mettre en évidence.

» J'espère rendre la méthode plus sensible et diminuer le temps de pose et l'intervalle séparant deux expériences successives, ce qui me permettra sans doute de résoudre plus complètement le problème et de préciser la nature de l'action des rayons N. On peut expliquer ainsi le résidu d'effet que M. Blondlot a signalé récemment et qui subsiste même après l'interposition d'une cuve d'eau qui, comme on le sait, supprime l'augmentation d'acuité visuelle. J'espère, en tout cas, pouvoir me servir de cette méthode pour distinguer nettement les effets des rayons N de ceux des radiations calorifiques qui les accompagnent toujours lorsqu'on cherche à les produire par des phénomènes de compression, de détente, de dissolution ou lorsqu'on met au contact des composés de nature chimique. Ces radiations calorifiques ont sur le sulfure une action beaucoup plus importante qu'on ne serait tenté de le croire au premier abord; peut-être même ont-elles une part dans les perturbations que je signale aujourd'hui, bien que j'aie toujours cherché à m'en affranchir. »

PHYSIQUE. — *Influence de la couleur des sources lumineuses sur leur sensibilité aux rayons* N. Note de M. C. **Gutton**, présentée par M. Poincaré.

« Les sources lumineuses peu intenses qui se prêtent le mieux à l'observation des rayons N sont celles qui émettent surtout de la lumière violette et bleue. M. Blondlot a, en effet, découvert les rayons N en observant leur action sur une petite étincelle électrique; il s'est servi ensuite d'un verre dépoli éclairé par une petite flamme de gaz bleue, puis du sulfure de calcium à phosphorescence violette. Les sources de lumière blanche, comme du papier blanc ou le cadran d'une horloge faiblement éclairés, sont aussi rendus plus visibles par les rayons N, mais leur sensibilité semble moindre. D'autre part, M. Charpentier (¹) a signalé que, dans les recherches physiologiques, il était avantageux d'observer les écrans phosphorescents à travers une combinaison de verres ne laissant passer que le bleu et le violet.

» Pour rechercher jusqu'à quel point la couleur de la source lumineuse influe sur sa sensibilité aux rayons N, j'ai réalisé des écrans lumineux de couleur simple et bien définie, en projetant sur du papier blanc ou du verre dépoli les différentes couleurs du spectre d'une lampe Nernst.

» La lampe est enfermée dans une boîte dont une paroi est percée d'une fente. Le faisceau de lumière qui sort traverse une cuve pleine d'eau qui absorbe les rayons N, puis une fente pratiquée dans un grand écran en carton mouillé, cet écran étant destiné à arrêter les rayons N, émis par la lampe Nernst, qui passent à côté de la cuve d'eau. A l'aide d'une lentille et d'un prisme, on projette un spectre sur la porte d'une chambre complètement obscure. Une fente percée dans cette porte laisse pénétrer dans la chambre obscure un faisceau de lumière colorée. Ce faisceau est reçu sur un écran en verre dépoli ou en papier et y produit une tache lumineuse.

» Quand on approche une source de rayons N de l'écran éclairé par de la lumière violette ou bleue, la tache lumineuse devient plus visible. On peut obtenir une tache très sensible en faisant tomber de la lumière violette sur plusieurs épaisseurs de papier de soie qui la diffusent fortement. Si

(¹) A. Charpentier, *Sur les rayons* N *dans l'organisme* (*Archives d'électricité médicale,* 25 janvier 1904).

l'on emploie de la lumière verte, la sensibilité aux rayons N est beaucoup moindre. Pour le jaune, l'orangé et le rouge, elle est nulle.

» Si, au lieu d'approcher la source de rayons N de l'écran éclairé, on l'approche de l'œil, l'influence de la couleur reste la même; les rayons N augmentent donc la sensibilité de l'œil pour le violet et non pour le rouge.

» Si, dans une chambre obscure, on projette sur un écran la partie la plus réfrangible d'un spectre, l'action des rayons N allonge le spectre visible vers l'ultra-violet; ce qui précède permettait de s'y attendre.

» La sensibilité des substances phosphorescentes aux rayons N est très variable avec leur couleur. Le sulfure de calcium à phosphorescence violette est le plus sensible; les sulfures alcalino-terreux et le sulfure de zinc phosphorescents en vert le sont moins; sur les sulfures alcalino-terreux et le sulfure de zinc orangés je n'ai observé aucune action des rayons N. »

ÉELCTRICITÉ. — *Remarque au sujet d'une Note de* M. P. Villard *sur les rayons magnétocathodiques*. Note de M. **H. Pellat**, présentée par M. Lippmann.

« Dans le numéro des *Comptes rendus* du 16 juin dernier, M. Villard a fait paraître une Note très remarquable sur les propriétés d'une espèce de rayons cathodiques découverte par M. Broca, et à laquelle M. Villard a donné le nom de rayons *magnétocathodiques*. Une phrase de cette Note: « Ces phénomènes ont également été étudiés par M. Pellat qui les a interprétés en admettant l'existence d'un frottement anisotrope des particules cathodiques dans un champ magnétique » pourrait faire croire que les phénomènes que j'ai désignés sous le nom de *magnétofriction* s'appliquent aux rayons magnétocathodiques. Il n'en est rien : ces phénomènes s'appliquent aux rayons cathodiques ordinaires, ceux qui sont déviés perpendiculairement aux lignes de forces d'un champ magnétique faible. La magnétofriction consiste, je le rappelle, en ce que la composante de la vitesse des rayons cathodiques perpendiculaire aux lignes de forces du champ magnétique subit une diminution plus rapide que la composante suivant les lignes de forces. Il en résulte que, tout en s'enroulant autour de la ligne de forces, le rayon cathodique forme avec elle un angle de plus en plus aigu; la surface sur laquelle s'enroulent ces rayons se rapproche rapidement de la ligne de forces elle-même, bien plus rapidement que si les lois de l'électromagnétisme intervenaient seules. Aussi, dans les champs magnétiques intenses, la trajectoire des rayons cathodiques ordinaires se

confond-elle avec la ligne de forces et, par conséquent, avec la trajectoire des rayons magnétocathodiques. Il faut excepter, bien entendu, le cas où les rayons cathodiques partent de la cathode perpendiculairement aux lignes de forces : la composante suivant ces lignes étant nulle, les rayons restent forcément dans un plan perpendiculaire aux lignes de forces.

» J'ai suivi ces phénomènes depuis les champs les plus faibles jusqu'aux plus intenses : la continuité ne laisse aucun doute sur le genre de rayons. »

PHYSIQUE. — *Sur la déviation électrostatique des rayons magnétocathodiques.* Note de M. Ch. **Fortin**, présentée par M. J. Violle.

« Quand on place un tube de Crookes en activité dans un champ magnétique progressivement croissant, on voit d'abord les rayons cathodiques s'enrouler en hélice autour du champ magnétique, suivant les lois connues, puis brusquement, pour une certaine valeur du champ, on voit apparaître des rayons qui dessinent le tube de force magnétique issu de la cathode. M. Villard [1] a montré que ces rayons, auxquels il a donné le nom de *rayons magnétocathodiques*, ne paraissent pas transporter de charges électriques, et que, *dans un champ électrostatique perpendiculaire à leur direction, ils sont déviés perpendiculairement à ce champ électrique.*

» L'interprétation de ces faits est difficile; mais, quelle que soit la nature vraie des rayons magnétocathodiques, on peut montrer qu'ils se comportent vis-à-vis du champ électrostatique comme le feraient des rayons cathodiques ordinaires enroulés autour des lignes de force magnétique en hélice de rayon très petit.

» Soit, en effet, une particule cathodique de masse m et de charge $-e$, passant à l'origine des coordonnées au temps zéro, avec une vitesse u_0, v_0, w_0. Supposons-la placée à la fois dans un champ magnétique uniforme H dirigé suivant Oz et dans un champ électrostatique uniforme F dirigé suivant Ox. Elle subit une force électrostatique parallèle à Ox, de projections $-Fe$, O, O et une force électromagnétique perpendiculaire à Oz de projections $He\frac{dy}{dt}$, $-He\frac{dx}{dt}$, O. Les équations différentielles de son mouvement sont donc

$$\frac{d^2x}{dt^2} = \frac{He}{m}\frac{dy}{dt} - \frac{Fe}{m}, \qquad \frac{d^2y}{dt^2} = -\frac{He}{m}\frac{dx}{dt}, \qquad \frac{d^2z}{dt^2} = 0.$$

[1] *Comptes rendus*, t. CXXXVIII, 1904, p. 1408.

» L'intégration fournit les équations de la trajectoire :

$$x = \frac{m}{He}\sqrt{u_0^2 + \left(\frac{F}{H} - v_0\right)^2}\sin\left(\frac{He}{m}t + \varphi\right) + \frac{m}{He}v_0 - \frac{m}{He}\frac{F}{H},$$
$$y = \frac{m}{He}\sqrt{u_0^2 + \left(\frac{F}{H} - v_0\right)^2}\cos\left(\frac{He}{m}t + \varphi\right) - \frac{m}{He}u_0 + \frac{F}{H}t,$$
$$z = w_0 t,$$

avec

$$\operatorname{tang}\varphi = \frac{\frac{F}{H} - v_0}{u_0}.$$

» Cette trajectoire est tracée sur un cylindre circulaire oblique. Dans le plan xOy la base est un cercle dont le centre a pour coordonnées :

$$\frac{m}{He}v_0 - \frac{m}{He}\frac{F}{H}, \quad -\frac{m}{He}u_0.$$

Les génératrices sont perpendiculaires au champ électrique Ox et font, avec le champ magnétique Oz, un angle θ défini par

$$(1) \qquad \operatorname{tang}\theta = \frac{F}{Hw_0}.$$

» Or, s'il n'y avait pas eu de champ électrostatique, la trajectoire aurait été tracée sur un cylindre circulaire droit, de génératrices parallèles à Oz, la base dans le plan xOy étant un cercle dont le centre aurait eu pour coordonnées :

$$\frac{m}{He}v_0, \quad -\frac{m}{He}u_0.$$

» Le rayon, sensiblement confondu avec l'axe du cylindre, reste donc rectiligne. Le champ électrostatique lui fait subir une translation parallèle au champ

$$T = -\frac{m}{He}\frac{F}{H},$$

et une rotation θ dans un plan perpendiculaire à ce champ.

» La formule (1) montre que la rotation est proportionnelle au champ électrostatique, en raison inverse du champ magnétique. et qu'elle change de sens en même temps que chacun d'eux. Tout cela est d'accord avec les observations de M. Villard sur les rayons magnétocathodiques. Le sens de la déviation est aussi conforme à la règle trouvée expérimentalement.

» Enfin la concordance subsiste également pour l'ordre de grandeur des phénomènes. En adoptant les données suivantes :

F = 1000 volts par centimètre, H = 200 gauss,

on trouve

$$T = 1^{mm}, \qquad \tang\theta = \frac{1}{10}.$$

Ces nombres sont bien de la grandeur indiquée par l'expérience.

» Il faut remarquer que, dans cet ordre d'idées, il n'y aurait pas identité complète entre la déviation magnétique d'un rayon cathodique ordinaire et la déviation électrostatique d'un rayon magnétocathodique. En effet, un rayon cathodique rectiligne placé dans un champ magnétique uniforme perpendiculaire à sa direction se recourbe en arc de cercle. Au contraire, un rayon cathodique spiral placé dans un champ électrostatique perpendiculaire à sa direction ne subirait qu'une espèce de réfraction à son entrée dans le champ électrique, accompagnée d'une petite translation parallèle au champ, et il continuerait ensuite à s'y propager en ligne droite.

» Des considérations analogues peuvent être développées relativement à la formation même des rayons magnétocathodiques. Je me réserve de revenir ultérieurement sur ce sujet. »

RADIOACTIVITÉ. — *Enregistrement continu de l'ionisation gazeuse et de la radioactivité par les méthodes de déperdition.* Note de M. **Charles Nordmann**, présentée par M. Lœwy.

« Les méthodes électriques pour l'étude des phénomènes de radioactivité et d'ionisation peuvent se diviser en deux catégories :

» 1° Celle qui utilise la charge progressive prise par une armature d'un condensateur, sous l'influence du gaz interposé, l'autre armature étant portée à un potentiel élevé ; j'ai montré dans ma dernière communication comment il est possible d'adapter ce procédé à l'enregistrement continu [1];

» 2° Celle qui utilise au contraire la décharge d'un électroscope chargé à un haut potentiel, par les ions du gaz étudié. Cette méthode a été employée notamment par M. H. Becquerel pour l'étude du rayonnement de l'uranium, puis par M. et Mme Curie au début de leurs recherches ; elle ne se prêtait qu'à des mesures discontinues exigeant l'intervention constante de l'opérateur, et de plus elle présentait d'assez graves inconvénients si-

(1) Depuis ma Communication sur ce sujet, j'ai appris que M. Gehrdin a récemment décrit, sans que j'en aie connaissance, dans les *Sitzungsberichten* de l'Académie de Bavière, un dispositif destiné à l'enregistrement intermittent de l'électricité pluviale et dont le principe a quelque analogie avec celui de l'*Ionographe électrométrique* que j'ai décrit (p. 1418 de ce Volume). Celui-ci est d'ailleurs en essai à l'Observatoire depuis le mois d'octobre 1903.

gnalés par M. Becquerel [1], et résultant de ce que la capacité de l'électroscope varie beaucoup avec l'écartement des feuilles.

» Je me propose de décrire aujourd'hui un procédé qui échappe, semble-t-il, à ces défauts, et permet d'enregistrer d'une manière continue la déperdition d'un électroscope chargé sous l'influence d'un gaz ionisé, ou de la connaître à chaque instant par une simple lecture et sans aucune intervention opératoire.

» A. L'électroscope est relié d'une manière permanente à l'un des pôles d'une pile de charge de voltage élevé E_0 plus que suffisant pour produire le courant de saturation, et dont l'autre pôle est à la Terre ; la connexion de l'électroscope à la pile est faite par l'intermédiaire d'une résistance élevée R ; sous l'influence des ions du gaz qui l'entoure, l'électroscope tend à se décharger d'une quantité Q par seconde qui est caractéristique du nombre de ces ions ; si C est la capacité du système électroscopique, et que celui-ci soit initialement au potentiel E_0, et au bout d'un temps t au potentiel E_1, on peut écrire que sa charge CE_1, au bout de ce temps, est égale à sa charge initiale CE_0, diminuée de la décharge Qt par les ions, le tout augmenté de la quantité d'électricité venue pendant ce temps de la pile de charge à travers la résistance R

» On a donc l'équation

$$CE_1 = CE_0 - Qt + \int \frac{E_0 - E_1}{R}$$

dont l'intégration fournit l'expression

$$(1) \qquad E_0 - E_1 = QR\left(1 - e^{-\frac{t}{CR}}\right).$$

» Si Q devient alors Q', on voit facilement que l'on aura, au bout d'un nouveau temps t', un potentiel E'_1 donné par

$$(2) \qquad E_0 - E'_1 = Q'R\left(1 - \frac{Q' - Q}{Q'} e^{-\frac{t}{CR}}\right).$$

» Un choix convenable des constantes C et R permet de rendre négligeable pour un temps t très court la partie exponentielle de ces expressions, de sorte que la différence entre le potentiel de la pile de charge et celui de l'électroscope est proportionnelle au nombre des ions du gaz étudié, et

---

[1] *Comptes rendus*, t. CXXIV, p. 443.

peut être, soit enregistrée photographiquement, soit connue à chaque instant par une simple lecture.

» B. Objectivement il est facile de voir la signification des expressions ci-dessus : il est évident que l'appareil ([1]) tend vers un potentiel d'équilibre correspondant au moment où l'afflux des ions, Q, qui tend à le décharger, est égal à la quantité d'électricité $\frac{E_0 - E_1}{R}$ qui lui vient de la pile de charge; on a à ce moment $Q = \frac{E_0 - E_1}{R}$, ce qui set bien l'expression ci-dessus qui correspond à une valeur de t rendant négligeable $e^{-\frac{t}{CR}}$.

» C. Les conditions de sensibilité de l'appareil se discutent comme pour l'Ionographe électrométrique décrit dans ma dernière Communication.

» L'image des feuilles d'un électroscope d'Exner projetée à 2^m de distance permet, lorsque l'électroscope est chargé à environ 200^{volts}, d'apprécier facilement $\frac{1}{50}$ de volt, ce qui constitue une sensibilité environ 10 fois moins grande que celle d'un électromètre sensible; il faudra donc pour apprécier des variations d'ionisation aussi faibles qu'avec l'Ionographe électrométrique, prendre ici R environ 10 fois plus grand; mais, comme la capacité des électroscopes est en général plus de 10 fois plus faible que celle des électromètres, il s'ensuit que la partie exponentielle $e^{-\frac{t}{CR}}$ des expressions ci-dessus sera, toutes choses égales d'ailleurs, aussi faible avec l'*Ionographe à déperdition* qu'avec l'*Ionographe électrométrique*. Somme toute, l'emploi du premier de ces appareils se présente comme aussi avantageux que celui de l'autre sans parler de la maniabilité plus facile de l'électroscope et d'autres raisons sur lesquelles je me propose de revenir.

» Il ressort d'autre part des expressions ci-dessus que la capacité de l'électroscope n'intervient pas dans les indications de l'appareil, c'est-à-dire que deux *Ionographes à déperdition*, de capacités très différentes, indiqueront, au bout d'un temps très court et qui peut être rendu pratiquement négligeable, la même valeur de $E_0 - E_1$ pour une valeur donnée de l'ionisation; la méthode échappe ainsi à l'inconvénient qui résultait jusqu'ici de la variation de capacité produite par le rapprochement des feuilles de l'électroscope.

» D. Pratiquement on connaît E_0, potentiel de la pile de charge, et il suffirait de lire ou d'enregistrer E_1 pour en déduire la valeur de l'ionisation; mais il paraît préférable d'adopter le dispositif suivant qui donne directement la différence $E_0 - E_1$: sur le support isolant de l'électroscope sont fixées parallèlement deux feuilles d'or identiques mais distinctes et indépendantes; l'une est reliée métalliquement à la pile de charge et elle indique à chaque instant E_0; l'autre est reliée à la pile par l'intermé-

([1]) J'appellerai cet appareil *Ionographe à déperdition* pour le distinguer de l'*Ionographe électrométrique*.

diaire de la résistance R, et donne E_1; on peut donc enregistrer directement $E_0 - E_1$. De cette manière, on élimine complètement les causes d'erreur pouvant provenir de variations accidentelles de E_0 (1), et qui sans l'emploi de ce dispositif pourraient être attribuées faussement à des variations de l'ionisation étudiée.

» Un appareil de ce type, destiné à l'enregistrement continu de l'ionisation et de la radioactivité atmosphériques, est dès maintenant en essai à l'Observatoire. »

PHYSIQUE. — *Sur les gaz recemment preparés.*
Note de M. **Eugène Bloch**, présentée par M. Mascart.

« La plupart des gaz récemment préparés par voie chimique sont conducteurs de l'électricité et renferment des charges électriques des deux signes en quantités généralement inégales. Ces faits, dont la connaissance remonte à Lavoisier et Laplace, ont été étudiés surtout par Enright (*Phil. Mag.*, t. XXIX, 1890, p. 56) et Townsend (*Proceed. of Cambridge*, Vol. IX, Pt 5). Mais aucun de ces physiciens n'a fait de véritables mesures. J'ai repris cette étude et obtenu à ce sujet les résultats suivants.

» 1. Tous les gaz récemment préparés qui sont conducteurs de l'électricité renferment, en même temps que des centres chargés, un nuage très ténu formé de poussières solides ou liquides, dont la présence est intimement liée à celle de la conductibilité. On peut démontrer rigoureusement, à l'aide de la cuve à trois plateaux parallèles qui m'a déjà servi pour l'émanation du phosphore (*Comptes rendus,* décembre 1902), que les poussières et les centres chargés sont confondus. Les charges électriques, au moment de leur mise en liberté, se sont entourées d'une masse importante de matière solide ou liquide qui les alourdit et les transforme en poussières visibles.

» 2. Quand on fait barboter les gaz conducteurs précédents dans l'eau, ils se chargent le plus souvent d'un nuage épais formé de gouttelettes d'eau; ces gouttelettes, comme il est aisé de le démontrer, se forment sur les centres chargés précédents fonctionnant comme centres de condensation. Et la condensation se produit ici, comme dans le cas du phosphore ou des gaz de l'électrolyse, en présence de vapeur d'eau simplement saturante. On s'explique ainsi la formation de nuages épais dans les flacons laveurs à eau distillée où l'on fait barboter beaucoup des gaz préparés en Chimie.

» 3. Malgré la variabilité et la complication des phénomènes de conductibilité

(1) Ces variations apparentes de E_0 peuvent être produites soit par les changements de la température et de l'isolement, soit parce que l'appareil a été incomplètement soustrait au champ électrique de l'atmosphère, soit par suite de la polarisation des piles de charge si l'on emploie le type ordinaire.

électrique présentés par les gaz précédents, on peut mesurer la mobilité des ions qui y sont contenus par la méthode de zéro qui a fait l'objet d'une précédente Note (*Comptes rendus*, 13 juin 1904), et qui s'adapte tout spécialement aux cas actuels. Le résultat pour les gaz étudiés jusqu'ici (H, O et CO^2 préparés dans des conditions variées) a été le suivant : les mobilités sont de l'ordre de $\frac{1}{100}$ de millimètre par seconde dans un champ de 1 volt par centimètre. Ces mobilités n'augmentent pas beaucoup par le passage à travers un desséchant.

» Les ions qui donnent leur conductibilité aux gaz récemment préparés ressemblent donc, par toutes leurs propriétés (mobilité et condensation), à ceux de l'émanation du phosphore et à ceux des gaz de l'électrolyse. Ils forment une catégorie nouvelle qui semble distincte des ions ordinaires.

» Des raisons théoriques et expérimentales permettent de penser :

» 1° Que le mécanisme de la condensation de la vapeur d'eau sur les ions précédents est indépendant de leur charge électrique, et que les deux propriétés de condensation et de faible mobilité, bien que réunies sur le même centre, sont en réalité dues à des causes différentes;

» 2° Que la catégorie des ions à faible mobilité est nettement séparée de celle des ions ordinaires, et que les ions à faible mobilité sont assimilables aux gouttes que la condensation de la vapeur d'eau sursaturante provoque autour des ions ordinaires.

» Les détails relatifs à ces expériences et à celles de mes Notes sur le phosphore paraîtront aux *Annales de Chimie et de Physique*. »

CHIMIE MINÉRALE. — *Nouvelles recherches sur la cémentation des aciers au carbone et des aciers spéciaux*. Note de M. **Léon Guillet**, présentée par M. A. Ditte.

« Dans la Note que j'ai eu l'honneur de présenter à l'Académie le 2 juin 1903, j'ai montré l'action cémentante d'un mélange de charbon de bois et de carbonate de potassium, qui donne une vitesse de pénétration beaucoup plus constante que le charbon de bois seul. C'est à l'épuisement des sels de potassium contenus dans le charbon de bois ordinaire que j'attribuais la diminution dans la vitesse de cémentation que l'on note au bout d'un certain temps.

» Des expériences nouvelles me permettent de préciser ce point. Lorsqu'on trace la courbe de cémentation en portant sur l'axe des x les temps, et sur l'axe des y les pénétrations, la température étant constante, on obtient le même résultat avec le mélange charbon de bois + 5 pour 100 CO^3K^2 en présence d'air ou en présence d'azote.

Ce n'est donc pas à l'épuisement de l'azote de l'air contenu dans la boîte de cémentation qu'il faut attribuer la diminution de la vitesse de pénétration, mais bien à la volatilisation des sels alcalins.

» D'ailleurs ce phénomène ne se remarque plus avec le mélange $C + CO^3 + Ba$; ce cément, qui agit d'une façon analogue aux mélanges charbon et carbonate de potassium, ne s'épuise pas, ainsi que l'avait remarqué Caron.

» D'autre part, j'ai poursuivi l'étude de l'influence de différents céments sur la vitesse de pénétration du carbone. Voici les résultats auxquels je suis arrivé, toutes choses (temps, cément, température) égales d'ailleurs : tous ces aciers renfermaient environ 0,150 pour 100 de carbone.

Acier pour 100.	Pénétration en dixièmes de millimètre.	Acier pour 100.	Pénétration en dixièmes de millimètre.	Acier pour 100.	Pénétration en dixièmes de millimètre.
au Carbone (0,150)...	9	W = 1...	9	Si = 0,5..	6
Ni = 2...........	7	W = 2...	12	Si = 1....	5
Ni = 5...........	5	Mo = 1...	9	Si = 2....	4
Mn = 0,5.........	11	Mo = 2...	11	Si = 5....	1
Mn = 1...........	12	Ti = 1...	8	Si = 7....	0
Cr = 1...........	10	Ti = 2...	7	Si = 10....	0
Cr = 2...........	11	Sn = 1...	8	Al = 1....	4
W = 0,5..........	9	Sn = 2...	6	Al = 3....	2
				Al = 7....	0

» On voit que le manganèse, le chrome, le tungstène et le molybdène avancent la cémentation. Ce sont justement les aciers qui, d'après de nombreux travaux et notamment ceux de MM. Carnot et Goutal, se substituent en partie au fer de la cémentite.

» D'autre part, le nickel, le titane, le silicium, l'aluminium et l'étain retardent la cémentation; ce sont les corps qui existent en solution dans le fer. Les aciers contenant plus de 5 pour 100 de silicium ne se cémentent pas; ce sont ceux dont le carbone est entièrement précipité à l'état de graphite. Il en est de même pour des raisons d'un autre ordre que je publierai prochainement pour les aciers à l'aluminium renfermant plus de 7 pour 100 de ce métal.

» Dans ma première Note, j'ai signalé le phénomène de cémentation à basse température des aciers à fer γ. De nouvelles expériences ont été entreprises, elles sont venues confirmer les premières. J'ai cémenté à 1200° des barres rondes, de 20^{mm} de diamètre, d'aciers à fer γ, aciers à haute teneur en nickel et manganèse; après cette opération, qui avait duré 8 heures, j'ai analysé la couche superficielle du métal et trouvé que son pourcentage en carbone s'élevait à 1,35; les aciers ont été abandonnés pendant

6 mois et il a été prélevé à la surface des copeaux dont on a fait l'analyse. La même opération a été faite après une nouvelle période de 6 mois; j'ai trouvé :

	Teneur en carbone.	
	Premier échantillon.	Deuxième échantillon.
Après cémentation	1,35	1,22
Après 6 mois	1,05	0,95
Après 1 an	0,85	0,82

» Il semble donc bien y avoir dissolution du carbone par le fer γ, même à la température ordinaire, et l'on peut penser que, au bout d'un certain temps, on obtiendra une masse homogène.

» *En résumé*, ces nouvelles recherches sur la cémentation montrent que :

» 1° L'azote, contenu dans la boîte de cémentation et qui intervient dans l'utilisation de certains céments en formant un cyanure, ne s'épuise pas; au contraire, les céments renfermant les sels de potassium ont une vitesse de pénétration non constante;

» 2° Les éléments dissous dans le fer retardent la cémentation, tandis que ceux qui, d'après de nombreuses recherches, paraissent être à l'état de carbure double avancent la cémentation;

» 3° Le fer γ dissout bien le carbone à la température ordinaire. »

CHIMIE MINÉRALE. — *Sur la production de mélanges isomorphes de chaux et de lithine.* Note de M. P. LEBEAU, présentée par M. H. Moissan.

« La décomposition d'un mélange de carbonate de calcium et d'un carbonate alcalin sous l'action de la chaleur et du vide nous a toujours donné de la chaux pure, en fragments transparents, à contour irrégulier [1], sauf dans le cas du carbonate de lithium qui, additionné de carbonate de calcium, nous a fourni des résultats différents. Le produit de la décomposition renferme toujours de la lithine, ainsi qu'il nous a été permis de le constater dans les expériences que nous réunissons dans le Tableau ci-après.

» Pour rendre plus facile la comparaison des résultats, nous avons représenté de la même manière la composition du mélange initial et du mélange final, par le rapport moléculaire des deux oxydes en présence.

[1] LEBEAU, *Comptes rendus*, t. CXXXVIII, 1904, p. 1496.

Nous indiquons en outre la température la plus élevée à laquelle ont été soumis les carbonates et la durée de la chauffe.

Composition du mélange initial.	Température de la chauffe.	Durée de la chauffe.	Composition du produit final.
	°	h	
$CaO : 2,46\,Li^2O$	1200	7	$CaO : 0,24\,Li^2O$
$CaO : 2,36\,Li^2O$	1100	6	$CaO : 0,53\,Li^2O$
$CaO : 2,35\,Li^2O$	1350	4	$CaO : 0,16\,Li^2O$
$CaO : 1,61\,Li^2O$	1200	3	$CaO : 0,76\,Li^2O$

» La chaux retient donc la lithine, et la proportion de cet oxyde, ainsi fixé, est essentiellement variable avec la température et la durée de la chauffe. On serait tenté d'admettre que la lithine et la chaux forment une ou plusieurs combinaisons relativement stables, susceptibles toutefois de se dissocier lentement dans le vide au-dessus de 1000°. Mais l'examen de ces divers produits ne permet guère de conserver une telle hypothèse. Ils sont en effet tous identiques, parfaitement cristallisés et sans action sur la lumière polarisée. Les cristaux, d'apparence cubique, sont très bien formés. On y distingue des octaèdres réguliers, d'une transparence et d'une limpidité parfaites. Il nous a paru plus vraisemblable de considérer ces cristaux comme des mélanges isomorphes de chaux et de lithine. Leur formation peut s'expliquer par la solubilité des oxydes dans les carbonates fondus, d'où ils se déposent pendant la dissociation lente de ces derniers. L'oxyde de lithium pouvant toutefois disparaître partiellement par volatilisation, il en résulte que les cristaux doivent présenter, ainsi que le montrent nos essais, une composition variant avec le régime de la chauffe. Cette production de cristaux mixtes d'oxyde de calcium et d'oxyde de lithium nous fournit une importante indication sur la forme cristalline de l'oxyde de lithium sur laquelle nous ne possédions aucune donnée.

» La mesure des tensions de dissociation des carbonates alcalins additionnés de carbonates de chaux nous avait conduit à admettre la formation dans le mélange fondu de carbonates doubles possédant une tension de dissociation propre. Pour les mélanges de carbonate de lithium et de carbonate de calcium, les résultats sont comparables. Nous donnerons les tensions de dissociation d'un mélange présentant la composition exprimée par la formule $CO^3Ca.2CO^3Li^2$, ainsi que celle du carbonate de lithium et du carbonate de calcium (1).

Températures.	Tension de dissociation de CO^3Li^2.	Températures.	Tension de dissociation de CO^3Ca, CO^3Li^2.	Températures.	Tension de dissociation de CO^3Ca d'après M. Le Chatelier.
°	mm	°	mm	°	mm
610...	1	420...	1	547...	27
620...	3	630...	5,4	610...	46

(1) Lorsque le mélange renferme, pour 1^{mol} de carbonate de lithium, plus de 1^{mol} de carbonate de calcium, les tensions se rapprochent de celles du carbonate de calcium. A 890°, la tension est supérieure à une atmosphère.

Températures.	Tension de dissociation de CO^3Li^2.	Températures.	Tension de dissociation de CO^3Ca, CO^3Li^2.	Températures.	Tension de dissociation de CO^2Ca d'après M. Le Chatelier.
°	mm	°	mm	°	mm
710...	16	690...	11	625...	56
740...	19	730...	40	740...	255
770...	23	760...	56	745...	289
800...	29	790...	70	810...	678
860...	41	860...	128	812...	763
890...	51	870...	173	865...	1333
930...	61	940...	331		
1000...	91	1010...	603		
		1040...	698		

» Nous avons tenté d'isoler le carbonate double de lithium et de calcium. A cet effet, nous avons fondu dans une nacelle de platine, placée dans un tube de verre traversé par un courant de gaz carbonique sec, un mélange formé de 1^{mol} de carbonate de calcium pour 2^{mol} de carbonate de lithium. Il se produit un liquide parfaitement limpide qui se solidifie en une masse blanche très cristalline.

» Par digestion à froid avec de l'eau distillée, la matière devient friable et se résout en une poussière formée de petits cristaux aciculaires renfermant du calcium et du lithium, mais qu'un excès d'eau décompose rapidement en laissant du carbonate de calcium ne retenant plus que des traces de lithium.

» *Conclusions.* — Par la fusion d'un mélange de carbonate de calcium et de carbonate de lithium, dans un courant de gaz carbonique, on obtient un produit fondu limpide, se solidifiant en une masse blanche cristalline. Par digestion avec une petite quantité d'eau distillée, il se produit une désagrégation et l'on constate au microscope que le résidu est formé de petits cristaux aciculaires bien différents de ceux des carbonates de calcium et de lithium. Un excès d'eau les décomposant, ils n'ont pu être analysés.

» Sous l'action de la chaleur et du vide, le carbonate double se dissocie. Les tensions de dissociation sont intermédiaires pour une même température entre celles du carbonate de lithium et du carbonate de calcium.

» Après dissociation totale, les produits restant, parfaitement cristallisés en octaèdres réguliers, sont des mélanges isomorphes de chaux et de lithine, de composition variable avec la température et la durée de la chauffe. Nous ajouterons que ces cristaux se comportent vis-à-vis de l'eau comme la chaux pure obtenue dans nos essais précédents. Ils restent transparents après plusieurs heures et ne s'hydratent que très lentement.

» Enfin, la formation de ces cristaux mixtes de chaux et de lithine rend probable une forme cubique pour ce dernier corps. »

CHIMIE ANALYTIQUE. — *Séparation électrolytique du nickel et du zinc.* Note de MM. **Hollard** et **Bertiaux**, présentée par M. Gautier.

« Nous avons démontré précédemment [1] que la séparation électrolytique du nickel et du zinc est impossible par les procédés *ordinaires* de l'électrolyse, étant données les valeurs très rapprochées de leurs tensions de polarisation. Nous avons déjà indiqué un moyen de réaliser, néanmoins, cette séparation : il consiste à supprimer le dégagement de l'oxygène à l'anode par l'emploi d'une anode soluble [2] ou par l'addition d'un réducteur [3]. La résistance électrique du bain est alors suffisamment réduite pour que la séparation puisse se faire.

» Dans la préseute Note nous indiquons une troisième méthode de séparation qui consiste à faire passer le zinc à l'état de nitrite de zinc et d'ammoniaque. Nous avons, en effet, observé que ce sel ne s'électrolyse pas; il ne donne donc pas d'ions $\overset{++}{\text{Zn}}$; c'est un sel complexe. Le mode opératoire est le suivant :

» Le nickel et le zinc, à l'état de sulfates, sont additionnés successivement de 5^g de sulfate de magnésie, de 25^{cm^3} d'ammoniaque à 22° B^é, d'acide sulfurique étendu jusqu'à ce que le bain devienne acide, de $12^g,5$ de nitrate d'ammoniaque, enfin de 25^{cm^3} d'une solution saturée de SO^2. On fait bouillir jusqu'à ce que l'odeur de SO^2 ait disparu; on étend d'eau et l'on ajoute 25^{cm^3} d'ammoniaque à 22° B^é. Le liquide étendu à 300^{cm^3} est traversé par un courant de 1 ampère, à la température de 85° environ. Nos électrodes ont été décrites (*Bull. soc. chim.*, t. XXIX, 1903, p. 1074). Le nickel se dépose en quelques heures au plus.

Résultats expérimentaux.

	Quantités pesées.	Ni déposé.		Quantités pesées.	Ni déposé.
Ni...........	$0^g,2552$	$0^g,2547$	Ni...........	$0^g,2552$	$0^g,2544$
Zn...........	0,2500		Zn...........	0,2500	
Ni...........	0,2552	0,2530	Ni...........	0,2552	0,2547
Zn...........	1,00		Zn...........	1^g	
Ni...........	0,2552	0,2536			
Zn...........	0,0000				

(1) Hollard et Bertiaux, *Bull. Société chimique*, t. XXXI, 1904, p. 102.

(2) Hollard, *Loc. cit.*, t. XXIX, 1903, p. 116.

(3) Hollard et Bertiaux, *Bull. Société chimique*, t. XXXI, 1904, p. 102.

CHIMIE. — *Sur les alliages de l'aluminium avec le magnésium et l'antimoine.* Note de M. **Hector Pécheux**, présentée par M. J. Violle.

« *Alliages aluminium-magnésium.* — J'ai, dans une précédente Note, indiqué la possibilité d'obtenir des alliages magnésium-aluminium, à partir de la teneur 65 pour 100 en aluminium, par mélange direct, au creuset de terre réfractaire, des deux métaux fondus. M. Boudouard, en 1901 (¹), a obtenu les alliages suivants : $MgAl^4$ (à 81 pour 100 d'aluminium, qui paraît être le plus stable, et celui qui se conserve le mieux à l'air); puis, après divers essais, MgAl (54 pour 100 d'Al); $MgAl^2$ (70 pour 100 d'Al); mais ces deux derniers étaient retirés à l'état de cristaux des culots obtenus en fondant les deux métaux à *l'abri de l'air* dans un tube scellé : dans ces conditions, le magnésium ne se séparait pas, ce qui m'a paru impossible à réaliser dans le mélange direct des deux métaux au creuset. Je ne connaissais pas, au moment de mes expériences, ces résultats antérieurs. Mais, par la fusion au creuset, il n'est pas possible d'obtenir un alliage demeurant stable en présence de l'air, au-dessous de la teneur 65 pour 100 en aluminium.

» *Alliages aluminium-antimoine.* — M. M. von Aubel (1895) a obtenu l'alliage Sb-Al, fondant à 1080° C.; M. L. Guillet (1902) a pu préparer les alliages : Sb-Al, $Sb\text{-}Al^3$, $Sb\text{-}Al^4$, et l'alliage $Sb\text{-}Al^{10}$ qui, à la longue, tombent en poussière, sous forme d'une poudre noire. M. Gautier (1901) a étudié les points de fusion des alliages à toutes teneurs, sans obtenir, d'ailleurs, d'alliages définis.

» Tenant compte des points de fusion qu'il a relevés, j'ai essayé, récemment, d'obtenir des alliages fondant au-dessous de 800°, par mélange direct, au creuset de terre réfractaire, de l'aluminium (densité : 2,67, point de fusion : 650°), et de l'antimoine (densité : 6,851, point de fusion : 460°); j'ai pu obtenir, par cette méthode, quatre alliages bien définis : $Sb\text{-}Al^{30}$ (densité à 23° : 2,736); $Sb\text{-}Al^{35}$ (densité : 2,700); $Sb\text{-}Al^{38}$ (densité : 2,662) et $Sb\text{-}Al^{40}$ (densité : 2,598), fondant de 760° à 730° (points de fusion obtenus par la méthode calorimétrique : calorimètre à mercure, et spirale de platine exposée dans l'alliage au moment de sa solidification); ces alliages se dilatent en se solidifiant.

» Ces alliages ont été coulés en lingots de 6mm de diamètre, dans une lingotière en sable gras d'étuve. Ils sont quelque peu sonores, présentent sur une cassure un grain assez gros, à structure caverneuse; se travaillent assez difficilement à la lime, mais sont peu cassants, et se plient assez bien.

» Ils sont inaltérables à l'air, à la température de la coulée; leur couleur est gris

(¹) *Comptes rendus*, t. CXXXII, 1901, p. 1003.

bleuâtre; ils ne décomposent pas l'eau distillée à froid, même après le limage; l'eau distillée, à 100°, est décomposée assez vivement par $Sb\text{-}Al^{30}$. Ils attaquent : l'acide sulfurique concentré à chaud, avec dégagement d'anhydride sulfureux et d'hydrogène (qui réagissent l'un sur l'autre, et donnent un dépôt de soufre); l'acide sulfurique étendu, à froid; l'acide azotique concentré, à froid, en donnant du protoxyde d'azote; l'acide étendu, à chaud, en donnant du bioxyde d'azote; l'acide chlorhydrique concentré, à froid (l'aluminium seul est attaqué); l'eau régale, à froid, quand elle est concentrée (les deux métaux constituants sont attaqués); la potasse caustique concentrée et froide attaque l'aluminium seul.

» La résistance spécifique de l'antimoine (Matthiessen) étant égale à 0,3134 (supérieure à celle du plomb), je pense que lesdits alliages présenteront une grande résistivité : ce que je propose de déterminer bientôt. Enfin, une certaine malléabilité les rend d'une application pratique intéressante. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Formation de diméthylisopropylcarbinol dans l'hydruration de l'acétone.* Note de M. G. **Denigès**.

« L'hydruration de l'acétone à l'aide du sodium libre ou amalgamé conduit, comme on sait, à la production d'alcool isopropylique et d'un glycol bitertiaire, la pinacone.

» Je me suis demandé si, dans cette action de l'hydrogène, il ne se formait pas un troisième terme de réduction, intermédiaire en quelque sorte aux deux substances précédentes et ayant la constitution d'un alcool monotertiaire en C^6, le diméthylisopropylcarbinol. Ce corps prendrait naissance par la condensation de deux résidus cétoniques, suivant la réaction totale :

$$2\begin{pmatrix} CH^3 \\ | \\ CO \\ | \\ CH^3 \end{pmatrix} + 4H = \begin{matrix} CH^3 & CH^3 \\ | & | \\ CH - & C.OH \\ | & | \\ CH^3 & CH^3 \end{matrix} + H^2O.$$

» Les recherches que j'ai effectuées dans ce sens ont confirmé ma supposition.

» Pour l'obtention de ce produit d'hydrogénation, on peut opérer en projetant du sodium dans un récipient entouré de glace et renfermant de l'eau surmontée d'une solution d'acétone à 5 pour 100, en volume, dans l'éther ou le benzène. Après réduction, on décante la couche surnageante, on l'agite avec de l'eau, on la décante encore, on la filtre, et on l'évapore à une douce température. Sur le résidu on peut constater

l'odeur à la fois camphrée et menthée des alcools tertiaires et les réactions qui seront indiquées plus loin.

» Afin de préparer une quantité de substance suffisante à une identification complète, j'ai préféré employer une technique un peu différente et très semblable à celle que Friedel et Silva ont conseillée pour préparer la pinacone.

» On met, dans un vase à saturation, une solution de carbonate neutre de potassium, préparée avec 100^g de ce sel et 200^{cm^3} d'eau. On verse au-dessus de ce liquide 35^{cm^3} à 40^{cm^3} d'acétone de façon que ce dernier produit occupe une hauteur d'environ 1^{cm} à $1^{cm},5$.

» Le récipient étant entouré d'eau maintenue constamment au voisinage de 0°, on projette dans son contenu, par fragments aplatis ne dépassant pas le poids de 1^g, du sodium bien décapé. On est obligé d'agiter de temps en temps, de façon à faire tomber dans le liquide inférieur les produits solides blanchâtres qui prennent naissance dans la couche acétonique.

» Quand on a ainsi employé 8^g à 9^g de sodium, on décante le liquide surnageant qu'on additionne de cinq à six fois son volume d'eau. On agite le tout avec un volume un peu supérieur d'oxyde d'éthyle afin d'éviter toute émulsion; on sépare, on filtre cet éther et on l'évapore au bain-marie à un tout petit volume (1^{cm^3} au plus).

» On renouvelle un assez grand nombre de fois cette opération et l'on réunit tous les résidus qu'on soumet à la distillation fractionnée en recueillant, d'abord, les portions qui passent entre 115° et 125°.

» Finalement on obtient un liquide qui présente tous les caractères, tant physiques que chimiques, du diméthylisopropylcarbinol et que j'ai identifié avec cet alcool préparé soit par la méthode de Grignard, en faisant agir l'acétone sur le bromure d'isopropylmagnésium, puis l'eau glacée sur la combinaison obtenue; soit par celle de Boutlerow avec le zinc méthyle et le chlorure d'isobutyryle.

» Parmi ces caractères, les plus faciles à mettre en évidence sont ceux qui résultent de l'action à chaud des sulfate et azotate mercuriques, réactifs à la fois généraux et spécifiques des alcools tertiaires, ainsi que je l'ai antérieurement établi (1).

» L'hydrocarbure éthénique en C^6 résultant de la déshydratation du diméthylisopropylcarbinol, fournit ainsi, avec le premier de ces réactifs (2), un précipité *orangé* répondant à la formule

$$\left(SO^4 \begin{matrix} \diagup Hg \diagdown \\ \diagdown Hg \diagup \end{matrix} O\right)^3 C^6H^{12}$$

du même type que celle des composés *jaunes*, insolubles, obtenus dans les

(1) *Ann. de Chim. et de Phys.*, 7e série, t. XVIII, 1899.

(2) HgO, 5^g, SO^4H^2, 20^{cm^3}; eau 100^{cm^3}.

mêmes conditions avec les alcools butylique et amylique tertiaires et leurs dérivés de déshydratation [1].

» Avec l'azotate mercurique [2] il donne un précipité rougeâtre qui, desséché à froid, détone par une suffisante élévation de température ou par le choc et dont la formule correspond à celle du produit de même nature fourni par le triméthylcarbinol et le butylène qui s'y rattache [3].

» Il suffit, d'ailleurs, de quelques gouttes de cet hexylol tertiaire, du résidu même d'une seule opération de réduction qu'on chauffe avec quelques centimètres cubes des réactifs mercuriques indiqués pour mettre ces caractères en évidence.

» Les essais que j'ai tentés sur d'autres acétones de la série grasse m'autorisent à penser que la formation d'un alcool monotertiaire, dans leur hydruration, est générale et qu'aux lois qui régissent cette dernière et d'après lesquelles il se forme toujours dans cette action chimique : 1° l'alcool secondaire de même condensation que l'acétone mise en œuvre ; 2° un glycol bitertiaire de condensation double, il faut ajouter la suivante : il se produit, en plus, un alcool monotertiaire, deux fois plus condensé que l'acétone génératrice.

» Les rendements sont d'ailleurs très faibles et, dans le cas de la propanone, ils ne dépassent pas, *en produit brut*, 3 à 4 pour 100 du poids du sodium employé.

» Il est extrêmement vraisemblable que l'hydrogénation des aldéhydes doit, par analogie (outre la production connue d'un alcool primaire et d'un glycol bisecondaire), conduire à la formation d'un alcool mono-secondaire, deux fois plus riche en carbone que l'aldéhyde qui lui a donné naissance.

» C'est ce que je me propose de vérifier. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Synthèses dans la série pentaméthylénique : diamyline du pentanediol* $C^5H^{11}O(CH^2)^5OC^5H^{11}$; *dibromopentane et diiodopentane-*1-5. Note de M. J. **Hamonet**, présentée par M. G. Lemoine.

« Dans une Note précédente [4], j'ai montré que par l'action d'un éther méthylique bromé $BrCH^2OR$, sur un dérivé magnésien d'un éther halogéné

(1) *Loc. cit.*
(2) HgO, 5^g; AzO^3H ($D = 1,39$), 10^{cm^3}; eau, 125^{cm^3}.
(3) *Loc. cit.*
(4) *Comptes rendus*, t. CXXXVIII, p. 975.

$BrMg(CH^2)^n OR$, on peut passer d'un glycol à son homologue supérieur. Cette nouvelle méthode, je l'ai appliquée à la synthèse du glycol pentaméthylénique et de ses dérivés; c'était même, je puis bien le dire, en vue de cette synthèse qu'avaient été entreprises ces premières recherches.

» M. Gustavson et surtout M. Demjanow ont beaucoup écrit sur le glycol pentaméthylénique (¹); ils pensent l'avoir obtenu par l'action de l'acide azoteux sur la cadavérine ou pentaméthylènediamine $H^2N(CH^2)^5NH^2$. J'ai cru cependant qu'il était bon de revenir sur ce sujet, ne fût-ce que pour montrer une fois de plus que cette réaction de l'acide azoteux sur les amines biprimaires donne le plus souvent tout autre chose que ce qu'on lui demande. Les points d'ébullition que MM. Gustavson et Demjanow attribuent au dibromopentane-1-5 (205°-206°, puis 208°-214°) sont manifestement trop bas; ceux du glycol correspondant (260° à la pression ordinaire et 162° sous la pression de 31mm) sont certainement trop hauts, puisque le glycol hexaméthylénique bout à 250° (corrigé) sous la pression de 765mm et à 165° sous celle de 31mm. L'argument que donne M. Demjanow de la constitution biprimaire de son dibromopentane, savoir la production d'acide azélaïque $CO^2H(CH^2)^7CO^2H$ par l'action de ce dibromure sur le malonate d'éthyle, ne prouve qu'une chose : que le composé biprimaire n'était pas totalement absent du mélange fourni par NO^2H sur $H^2N - (CH^2)^5 - NH^2$, mais non que le dibromure et le glycol pentaméthyléniques aient été isolés, et qu'ils possèdent les constantes physiques qui leur sont attribuées. Je vais en donner la preuve.

» *Préparation de la diamyline pentaméthylénique* $C^5H^{11}O(CH^2)^5OC^5H^{11}$. — Quand on fait réagir la bromoamyline méthylénique $C^5H^{11}O(CH^2)Br$ sur le dérivé magnésien de la bromoamyline tétraméthylénique $BrMg(CH^2)^4OC^5H^{11}$, il se forme, avec des produits très condensés, un peu d'éther butylamylique $C^4H^9OC^5H^{11}$ (²) dont la naissance s'explique facilement [action de l'eau sur $C^5H^{11}O(CH^2)^4MgBr$ non atteint par la réaction de $BrCH^2, OC^5H^{11}$], et environ 60 pour 100 de diamyline pentaméthylénique

$$C^5H^{11}O(CH^2)^4MgBr + Br(CH^2)OC^5H^{11} = MgBr^2 + C^5H^{11}O(CH^2)^5OC^5H^{11}.$$

» Cette diamyline est un liquide mobile bouillant à 159°-160° sous la

(¹) *Journ. für prak. Chem.*, 2e série, t. XXXIX, p. 542. — *Journ. Soc. Phys. Chim. russe*, t. XXII, p. 388; t. XXV, p. 674.

(²) Pour caractériser cet éther j'en ai fait la synthèse par la méthode que j'ai donnée précédemment (*Comptes rendus*, t. CXXXVIII, p. 813) : action de $BrCH^2OC^5H^{11}$ sur $IMgC^3H^7$. C'est un liquide bouillant à 157° sous la pression de 756mm.

pression de 20^{mm} et à 276°-277° sous la pression de 759^{mm}; $D_{18} = 0,844$. L'analyse a donné C pour 100 : 73,27 au lieu de 73,77; H pour 100 : 13,03 au lieu de 13,11.

» *Bromoamyline pentaméthylénique* $C^5H^{11}O(CH^2)^5Br$. — Sur la diamyline précédente on a fait réagir avec ménagement l'acide bromhydrique gazeux, qui est facilement absorbé à froid avec dégagement de chaleur; par distillation fractionnée on a isolé un liquide bouillant à 130°-131° sous la pression de 20^{mm}. A l'analyse, ce corps a donné Br pour 100 : 34,80 au lieu de 33,75 que demande $C^5H^{11}O(CH^2)^5Br$. L'excès de brome s'explique facilement par la présence d'un peu de dibromopentane $Br(CH^2)^5Br$, qu'il n'a pas été possible d'enlever à cause du peu de matière employée.

» La bromoamyline pentaméthylénique est un liquide faiblement odorant. Elle ne cristallise pas dans le mélange de neige carbonique et d'éther. Elle donne aussi un dérivé magnésien $C^5H^{11}O(CH^2)^5MgBr$, qui pourra, lui aussi, servir à de nouvelles synthèses.

» *Dibromopentane* $Br(CH^2)^5Br$. — Ce corps a été obtenu par l'action de l'acide bromhydrique gazeux sur la diamyline pentaméthylénique additionnée de son volume d'acide acétique, et chauffée au bain-marie en tube scellé.

» Liquide à la température ordinaire, il cristallise dans le mélange de neige carbonique et d'éther; les cristaux fondent à −34° −35°. $D_{18} = 1,706$. L'analyse a donné Br pour 100 : 69,60 au lieu de 69,59. Le dibromopentane bout à 111°-112° sous la pression de 20^{mm} et sous la pression de 763^{mm} à 221° et non à 208°-214°, comme l'indique M. Demjanow. Cette différence nous explique tout naturellement pourquoi le prétendu pentaméthylène préparé par MM. Gustavson et Demjanow au moyen de leur dibromopentane a un point d'ébullition (+35°) si éloigné de celui du pentaméthylène, que MM. J. Wislicenus et Hentzschel (*Ann.* 275, 327) ont obtenu en réduisant l'iodocyclopentane. Ce dernier bout à 50°,4.

» *Diiodopentane* $I(CH^2)^5I$. — L'acide iodhydrique gazeux agit vivement avec grand dégagement de chaleur sur la diamyline pentaméthylénique $C^5H^{11}O(CH^2)^5OC^5H^{11}$. Pour achever sûrement la réaction, on a chauffé au bain-marie pendant 2 heures en tube scellé le mélange d'acide et de diamyline. Après lavage, on a séparé par distillation l'iodure d'amyle et le diiodopentane.

» Ce dernier est un liquide légèrement coloré, quand il vient d'être distillé. On l'obtient à peu près incolore en le faisant cristalliser dans un mélange de glace et de sel et en essorant les cristaux formés tout d'abord. Ces cristaux blancs fondent à +9°, par conséquent à 3° au-dessus de ceux du diiodobutane. C'est une anomalie, qu'il convient de faire remarquer en

passant. Le diiodopentane bout à 149° sous la pression de 20^{mm}. $D_{18} = 2,194$. L'analyse a donné I pour 100 : 78,36; calculé 78,39.

» Je montrerai prochainement que le dibromopentane et le diiodopentane ainsi obtenus sont bien des composés biprimaires et donnent naissance au vrai glycol pentaméthylénique. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Condensation des phénols et des amines aromatiques avec la benzylidène aniline.* Note de M. CHARLES MAYER, présentée par M. A. Haller.

« La condensation au moyen des acides, des phénols et des amines aromatiques avec la benzylidène aniline, présente de nombreuses particularités et ne paraît pas donner lieu à une réaction générale, sauf la réaction indiquée par les Farbwerke vorm. Meister Lucius et Bruning (*Centr. Bl.*, t. I, 1900, p. 740) qui conduit à des dérivés de la diphénylméthylamine.

» *Condensation de la benzylidène aniline avec l'α-naphtylamine.* — Ayant dissous dans l'acide acétique cristallisable un mélange de benzylidène aniline et d'α-naphtylamine, il s'est déposé au bout de quelques jours des cristaux prismatiques jaunes qui fondent à 223°. Ce corps n'est pas modifié par l'ébullition avec les acides ou les lessives alcalines et il ne donne pas de dérivé benzoylé. L'analyse conduit à la formule

$$C^{48}H^{34}N^2.$$

Des deux formules qui représentent le mieux ces faits :

$$\begin{array}{ccccc} & C^6H^5-C & = & C-C^6H^5 & \\ & / & & \backslash & \\ C^{10}H^7-N & & & & N-C^{10}H^7 \\ & \backslash & & / & \\ & C^6H^5-C & = & C-C^6H^5 & \end{array} \quad (I).$$

$$\begin{array}{ccc} & C-C^6H^5 & \\ / & & \backslash\backslash \\ C^{10}H^6 & & C-C^6H^5 \\ \backslash & & / \\ & N & \end{array} \quad (II).$$

j'écarte la formule (II) qui prévoit l'existence d'un dérivé benzoylé. Il se serait donc formé de la tétraphényldinaphtyldihydroparadiazine.

» En remplaçant l'α-naphtylamine par le dérivé β ou par la paranitraniline, je n'ai rien obtenu, alors que Rühling (B. XXVII, p. 567), en condensant par l'acide chlorhydrique les aldéhydes avec les amines parasubstituées, avait obtenu des dérivés de la glyoxalidine.

» *Condensation de la benzylidène aniline avec l'α-naphtol.* — En substituant à l'α-naphtylamine, l'α-naphtol, j'ai obtenu des cristaux orangés qui fondent à 158°. Ils répondent à la formule $C^{30}H^{23}ON$ et ne donnent pas de dérivé benzoylé. Ce corps paraît identique à celui obtenu par Betti en condensant un mélange d'α-naphtol, de

benzaldéhyde et d'aniline (*Gazz. ch. it.*, 2e série, t. XXXI, p. 21). C'est donc de la triphényldihydronaphtométoxazine. Ce corps n'est pas modifié par ébullition avec une solution de potasse à 50 pour 100, mais avec une solution à 70 pour 100 il se transforme en un corps vert, qui fond mal vers 280° et qui, par les acides, donne un corps jaune orangé.

» Chauffé vers 150° avec de l'aniline, on a une masse brune qui, reprise par le benzène, laisse un résidu de petits cristaux blancs prismatiques (ils fondent au-dessus de 320° après être devenus bruns et ils ne renferment pas d'azote) et donne une solution brune qui, par l'acide picrique, donne des paillettes jaunes fondant à 158°-160°.

» Il se dissout dans l'acide sulfurique à 15 pour 100 d'anhydride en donnant une belle coloration rouge qui disparaît par addition d'eau. En employant SO^4H^2 ordinaire, puis précipitant par l'eau, il se forme un précipité jaune fondant vers 190°-200°.

» *Condensation de la benzylidène aniline avec la résorcine.* — Un mélange de benzylidène aniline et de résorcine, dissous dans l'acide acétique, ou dissous dans l'alcool et additionné d'acide chlorhydrique, donne des cristaux blancs, qui ne fondent pas; mais à partir de 120° ils se transforment en un corps rouge-brique, puis au delà de 300° en un corps vert foncé. Le corps blanc est soluble dans l'alcool et insoluble dans l'éther et le benzène.

» Chauffé avec HCl il donne une poudre rouge-brique et avec l'ammoniaque un corps rose, qui ne fond pas, mais devient jaune brun quand on le chauffe; par les acides il est décoloré.

» Tous ces corps ne renferment pas d'azote. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur la présence normale de l'aldéhyde formique dans les produits de combustion et les fumées.* Note de M. **A. Trillat**, présentée par M. A. Haller.

« J'ai cherché à établir si la formation de la formaldéhyde, dont la présence a été signalée déjà dans la combustion incomplète de quelques corps, était un phénomène d'ordre général se produisant dans les combustions courantes.

» L'intérêt de ces recherches réside en ce que cette formation normale de l'aldéhyde formique dans les fumées pourrait être une des causes de la présence de ce corps dans l'atmosphère et viendrait confirmer les intéressantes expériences faites au laboratoire de Montsouris par MM. Albert Lévy et Henriet [1].

» Dans cette étude, je me suis rapproché le plus possible des conditions usuelles dans lesquelles se font les combustions et, dans ce but,

[1] *Comptes rendus*, 1903, p. 203, et 1904, p. 1272.

adressé aux substances qui sont journellement brûlées aussi bien dans les ménages que dans l'industrie.

» Ces substances : bois, charbon, papier, etc. étaient placées dans un tube horizontal en verre faisant fonction de foyer; on les y faisait brûler en présence d'un courant d'air purifié et soigneusement débarrassé de toute trace éventuelle d'aldéhyde formique. Les produits de la combustion à l'état de vapeurs et de fumées étaient condensés dans une série de récipients et finalement analysés. La présence de l'aldéhyde formique a été caractérisée par toutes ses réactions, mais j'ai donné la préférence à la réaction obtenue en combinant la formaldéhyde avec la diméthylaniline; j'ai indiqué maintes fois les conditions dans lesquelles on devait se placer pour effectuer cette recherche ([1]). A propos des présentes expériences, j'ai pu perfectionner la méthode à tel point que la formaldéhyde peut être décelée avec certitude à la dose de $\frac{1}{1000000}$ et évaluée colorimétriquement. A cette dose, les autres procédés de recherche donnent des résultats moins certains, soit parce qu'ils peuvent être fournis par d'autres aldéhydes, soit parce que les colorations obtenues ne correspondent pas à des corps connus.

» Les substances expérimentées ont été les suivantes : charbon, tourbe, diverses essences de bois (noyer, chêne, sapin, etc.), papiers apprêtés ou non, cellulose pure, liège, caoutchouc, tissus divers et tabac ([2]). Dans tous les cas, sans exception, la présence de la formaldéhyde a été caractérisée et évaluée à une dose variant de $\frac{1}{10000}$ du poids de la substance brûlée à $\frac{1}{100000}$: les doses maxima sont données par la combustion du bois et des matières cellulosiques. Les divers essais de contrôle institués à l'occasion de ces expériences n'ont rien donné.

» Les résultats obtenus par la combustion des hydrocarbures ont, en outre, démontré que le benzène lui-même fournissait des traces de formaldéhyde dont le poids augmentait avec la complexité des homologues. Exemple : le benzène, dans un essai, a donné $\frac{1}{120000}$ de son poids d'aldéhyde formique, le toluène $\frac{1}{50000}$, le xylène $\frac{1}{40000}$. Si l'on rapproche ces résultats de ceux que j'ai déjà donnés en opérant avec des corps bien définis, tels que les alcools, éthers, cétones ([3]) et qui ont tous fourni, en fin de compte, de l'aldéhyde formique, on est en droit de conclure que cette aldéhyde doit se former dans toutes les combustions.

» Les influences qui peuvent faciliter la formation de l'aldéhyde formique dans les produits de combustion sont, cela était à prévoir, les mêmes que celles que j'ai signalées à propos de l'action catalytique des vapeurs d'alcool ([4]). En premier lieu, la nature des parois du foyer joue un rôle considérable. En voici la démonstration : on fait passer un courant d'air chargé de vapeurs de benzène dans deux tubes de verre

---

([1]) *Comptes rendus*, 1893, p. 891, et 1898, p. 292. — *Bulletin de la Société chimique*, 1898, p. 684.

([2]) Cette production de formaldéhyde dans la fumée de tabac fait l'objet d'une étude spéciale.

([3]) *Comptes rendus*, 1903, janvier, n° 1, et *Bulletin de la Société chimique*, t. XXIX, 1893, p. 35.

([4]) *Bulletin de la Société chimique*, t. XXIX, 1893, p. 939.

identiques, de mêmes dimensions et chauffés à une même température d'environ 400°. L'un de ces tubes contient des débris de porcelaine, et l'autre, de la tournure de cuivre en plus. Pour la même quantité de benzène employée (12^{cm^3}), l'aldéhyde formique a été seulement de $0^g,0007$ dans le premier cas et de $0^g,078$ dans le second, soit environ cent fois plus.

» Ces essais de laboratoire démontrent donc que, dans toute combustion, même dans celle des hydrocarbures, il peut se former de la formaldéhyde, et l'intérêt de cette Note réside plus dans cette simple constatation que dans celle d'évaluations forcément variables.

» Dans la pratique, et pour interpréter ces mêmes essais, on peut admettre que les doses de formaldéhyde existant dans les fumées des villes industrielles peuvent être beaucoup plus considérables que celles que j'ai eues. En effet, les produits de combustion, avant de se dégager dans l'air, sont presque toujours en contact avec des parois métalliques chaudes dont l'influence favorable sur la formation catalytique de la formaldéhyde ne peut être mise en doute, comme le démontre déjà suffisamment l'expérience bien simple que je viens d'exposer. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Composés additionnels chlorhydriques des sels des rosanilines; leur dissociation, thermochimie et constitution.* Note de M. **Jules Schmidlin**.

« Les rosanilines étant des corps triamidés donnent, en dehors des sels monoacides, des sels triacides que j'ai décrits dans ma dernière Note [1]. Mais ces sels normaux triacides qui ont conservé complètement leur caractère colorant peuvent absorber du gaz chlorhydrique et se décolorent par suite de cette absorption. J'ai montré qu'à très basse température dans l'air liquide on obtient un corps parfaitement blanc et je le regarde comme un heptachlorhydrate de pararosaniline. Enfermé dans un tube scellé à température ordinaire, cependant le produit ne se maintient pas blanc; par suite d'un commencement de fusion la teinte devient jaune. En faisant échapper le gaz chlorhydrique on voit réapparaître les couleurs jaune, orangé, rouge, brun et finalement la couleur noire du trichlorhydrate. En chauffant ce dernier on reproduit intégralement le sel monoacide qui se dissout dans l'eau sans résidu. Cette transformation est donc complètement réversible.

---

(1) *Comptes rendus*, t. CXXXVIII, p. 1508.

» *Dissociation.* — J'espérais pouvoir caractériser les espèces chimiques qui prennent naissance dans ces expériences par leur tension de dissociation. Dans l'appareil de dissociation même, le monochlorhydrate de pararosaniline sec est saturé par du gaz chlorhydrique à —70°. Le corps de couleur jaune en contient 6,2 molécules. Pour rechercher les composés définis qui possèdent une tension de dissociation fixe on a enlevé à température constante par la trompe à mercure de petites quantités du gaz chlorhydrique et l'on a observé chaque fois la pression. Mais toujours j'observais une forte variation de la pression avec la composition et aucune discontinuité de la courbe ne se présente avant le moment où le sel a atteint la composition triacide : alors la courbe s'infléchit brusquement et l'abaissement de la pression, en enlevant du gaz, ne devient pas nul mais beaucoup plus petit. Le trichlorhydrate est alors le seul corps qui présente une tension de dissociation fixe.

Courbe de dissociation du trichlorhydrate de pararosaniline.

	Pression du mercure.
	mm
Température du toluène bouillant : 110°......	66,3
» de l'eau bouillante : 100°........	40,4
» de la benzine bouillante : 80°....	21,0
» de l'acétone bouillant : 53°......	4,2
» de l'éther bouillant : 35°........	0,5

» Bien que ces expériences de dissociation n'aient révélé en dehors du trichlorhydrate aucun composé défini, il faut se demander si la tension de dissociation fixe n'est pas cachée par un phénomène secondaire de dissolution du gaz chlorhydrique. En effet, le phénomène de dissociation à tension fixe suppose un système monovariant comprenant *n corps constituants* et $n+1$ *phases*, savoir les deux corps : trichlorhydrate de rosaniline et gaz chlorhydrique et les trois phases : trichlorhydrate et tétrachlorhydrate de rosaniline et gaz chlorhydrique. Mais, dès qu'un phénomène de dissolution intervient, nous avons une phase de plus : la dissolution solide du gaz chlorhydrique dans le trichlorhydrate, le système cesse d'être monovariant, il devient divariant où la pression est fonction de la température et de la composition.

» C'est une propriété assez fréquente que celle de l'absorption du gaz chlorhydrique par des matières organiques, comme par exemple le charbon de bois et aussi les sels de leucaniline. Une telle dissolution augmente de tension avec la concentration et, d'après les lois de la Thermodynamique, les quantités de chaleur développées par la fixation des quantités successives du gaz chlorhydrique doivent aller en diminuant.

» Mais, dans les expériences calorimétriques faites avec mes corps, on trouve que l'effet de la première molécule n'est que la moitié de l'effet de la seconde. Ceci provient de ce qu'en premier lieu il y a simple dissolution et ce n'est que lorsque la solution a atteint une certaine concentration que la molécule se trouve attaquée dans ses positions instables et endothermiques.....

Trichlorhydrate de pararosaniline solide.

	Quantités de chaleur dégagées par l'absorption.
De la première molécule HCl gaz.	+ 4,1
De la deuxième »	+11,9
De la troisième »	»

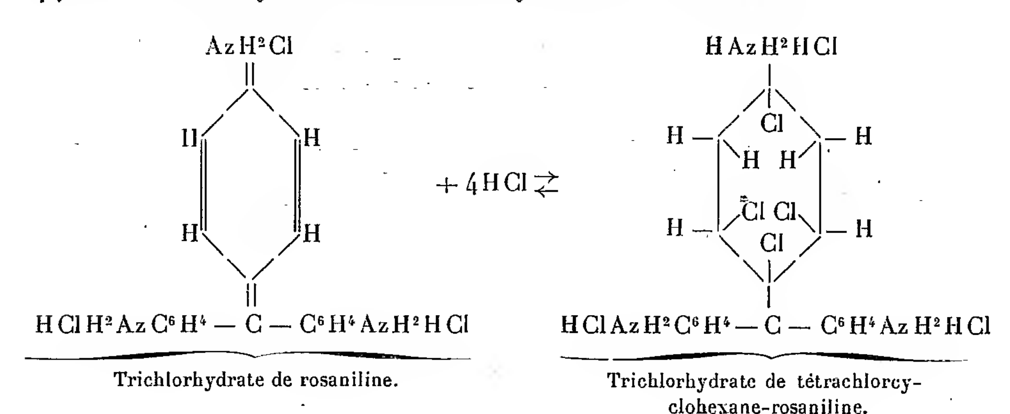
Trichlorhydrate d'hexaméthyl pararosaniline solide.

	Quantités de chaleur dégagées par l'absorption.
De la première molécule HCl gaz.	+ 7,7
De la deuxième »	+14,6
De la troisième »	+13,7
De la quatrième »	+12,5

» Ces faits démontrent qu'une partie du gaz chlorhydrique est absorbée sous forme d'une dissolution et qu'une autre partie se fixe dans la molécule; c'est pour cette raison que le phénomène de la dissociation ne s'observe pas.

» J'ai constaté que les corps blancs obtenus correspondaient à l'absorption de 8HCl pour la pararosaniline; de même avec la pararosaniline hexaméthylée le maximum de décoloration correspond à l'absorption de 8HCl. On peut admettre que 1^{mol} environ est à l'état de dissolution; le corps blanc correspond donc à un heptachlorhydrate.

» *Constitution.* — Dans la formule qui envisage les sels comme des éthers on ne saurait faire entrer les sept molécules de HCl sans admettre une destruction des noyaux benzéniques. Tout au contraire la formule quinonique présente un ensemble de quatre doubles liaisons qui se défont facilement et qui exigent exactement 4^{mol} de HCl pour fournir un heptachlorhydrate incolore, dérivé de l'hexahydrobenzène que je pourrais appeler : *trichlorhydrate du tétrachlorcyclohexane-rosaniline.*



Trichlorhydrate de rosaniline.

Trichlorhydrate de tétrachlorcyclohexane-rosaniline.

CHIMIE ORGANIQUE. — *Recherches sur les colorants azoïques dérivés du 2-2-dinaphtol.* Note de M. **M.-Emm. Pozzi-Escot.**

« La nuance d'un dérivé azoïque étant généralement fonction du poids de sa molécule, j'ai pensé que les dérivés du β-β-dinaphtol surpasseraient peut-être en éclat et en variété de nuance ceux du β-naphtol; d'autre part, il est généralement admis que la liaison des deux noyaux naphtoliques dans le β-β-dinaphtol a lieu en 1-1; toutes considérations qui m'ont engagé à poursuivre quelques recherches sur ce sujet.

» Le β-β-dinaphtol, obtenu par oxydation du β-naphtol, cristallise dans le toluène en feuillets brillants, fondant à 216°, solubles dans les alcalis caustiques. Il se copule facilement avec les dérivés diazoïques en donnant lieu à deux sortes de dérivés, suivant que la copulation a lieu avec une ou avec deux molécules de diazoïque; les dérivés obtenus sont de formule générale :

N = N — / — OH ——— et N = N — / — OH ——— OH — \ — N = N

» J'ai obtenu toute une série de dérivés de ces deux types, j'en citerai seulement quelques-uns :

(I) 3-3-dinaphtol-2-2-diazo-β-naphtylamine

$$C^{10}H^7 — N^2 — C^{20}H^{12}O^2 — N^2 — C^{10}H^7.$$

» S'obtient par copulation de deux molécules de β-naphtylamine diazotée avec une molécule de β-β-dinaphtol. Colorant rouge assez vif; insoluble dans l'eau, soluble dans l'alcool en donnant une solution d'une belle nuance carmin; soluble en bleu dans l'acide sulfurique.

(II) 3-3-dinaphtol-2-2-azo-β-naphtylamine

$$C^{20}H^{13}O^2 — N^2 — C^{10}H^7.$$

S'obtient par copulation de 1^{mol} de β-naphthylamine diazotée avec 1^{mol} de β-β-dinaphtol. Colorant violacé, insoluble dans l'eau, soluble en violet dans l'acide sulfurique. Son dérivé sulfoné, soluble dans l'eau, teint la laine en brun rouge.

III. 3-3-dinaphtol-2-2-azo-*p*-nitraniline,

$$C^{20}H^{13}O^2 — N^2 — C^6H^4 — NO^2.$$

Colorant rouge très légèrement soluble dans l'eau, s'obtient par copulation de 1^{mol} de *p*-nitraniline diazotée et de 1^{mol} de β-β-dinaphtol. Soluble en brun rouge dans l'acide sulfurique.

IV. 3-3-dinaphtol-2-2-diazo-*p*-nitraniline,

$$NO^2 - C^6H^4 - N^2 - C^{20}H^{12}O^2 - N^2 - C^6H^4 - NO^2.$$

S'obtient par copulation de 2^{mol} de *p*-nitraniline et de 1^{mol} de β-β-dinaphtol. Colorant orangé, très faiblement soluble dans l'eau, mais assez pour teindre la laine en orangé vif; soluble en brun dans l'acide sulfurique.

V. 3-3-dinaphtol-2-2-diazobenzidine,

$$N^2 \left\langle \begin{matrix} C^6H^4 - C^6H^4 \\ C^{10}H^6O - C^{10}H^6O \end{matrix} \right\rangle N^2.$$

S'obtient par copulation de 1^{mol} de benzidine diazotée dans ses deux amidogènes et d'une molécule de β-β-dinaphtol. Colorant brun rouge, insoluble dans l'eau; soluble en gris vert dans l'acide sulfurique.

3-3-dinaphtol-2-2-azo-anisidine.

S'obtient par copulation de 1^{mol} d'anisidine diazotée par une demi-molécule de nitrite de soude, avec 1^{mol} de β-β-dinaphtol. Colorant brun, insoluble dans l'eau, soluble dans l'acide azotique.

» *Remarque*. — L'existence de dérivés azoïques du β-β-naphtol établit une forte présomption en faveur de la liaison des deux noyaux naphtoliques en 3-3 et non pas en 1-1 comme on l'avait admis jusqu'ici. D'autre part, les colorants azoïques obtenus, quoique teignant la laine en bain acide et en nuances plus ou moins rouges, n'offrent pas d'intérêt pratique. »

CHIMIE VÉGÉTALE — *Sur l'existence d'une diastase oxydoréductrice chez les végétaux. Conditions de son action.* Note de M. **J.-E. Abelous**, présentée par M. Gautier.

« J'ai démontré, avec la collaboration de M. J. Aloy, l'existence, dans l'organisme animal, d'une diastase oxydo-réductrice. Ce ferment emprunte l'oxygène qui lui est nécessaire à des combinaisons oxygénées qu'il réduit, et l'oxygène, ainsi libéré à l'état naissant, est capable d'oxyder l'aldéhyde salicylique. La diastase oxydo-réductrice diffère des oxydases proprement dites non seulement en ce qu'elle n'utilise que l'oxygène combiné, mais

encore en ce que la présence d'une atmosphère d'oxygène pur entrave son action.

» J'ai recherché l'existence de ce ferment chez les végétaux, dans la pomme de terre en particulier (¹). Comme les extraits d'organes animaux, le suc de pomme de terre réduit énergiquement les nitrates, mais, contrairement à ce qui a lieu pour les premiers, le suc végétal en nature est incapable d'oxyder l'aldéhyde salicylique.

» Pour qu'il l'oxyde, il suffit d'ajouter au suc une petite quantité de chlorate de potassium. Le chlorate est réduit au moins partiellement, et l'oxygène libéré oxyde l'aldéhyde.

» Le suc bouilli, additionné de chlorate, est absolument inactif.

» Donc le suc de pomme de terre renferme bien une diastase oxydo-réductrice, mais il faut ajouter au suc une combinaison oxygénée inorganique pour que le ferment agisse. Pourquoi cette différence avec les extraits d'organes animaux?

» La pomme de terre renferme des oxydases proprement dites (laccase, tyrosinase). C'est à elles qu'est dû le noircissement du suc au contact de l'air. Ce noircissement n'impliquerait-il pas justement une transformation des combinaisons oxygénées qui existent dans le suc, et qui, de dissociables qu'elles étaient, cessent de l'être quand les oxydases ont agi sur elles en présence de l'air?

» A l'appui de cette hypothèse, je rappellerai qu'il suffit de faire agir, en présence de l'air, des oxydases végétales ou animales, sur de l'extrait de foie de cheval, pour que le pouvoir oxydant de celui-ci soit considérablement affaibli. Il se manifeste à nouveau par addition de chlorate de potassium. Mais je puis présenter des expériences directement démonstratives.

» Au lieu d'employer du suc, on épluche une grosse pomme de terre; on la débite en tranches très minces, qu'on introduit dans un ballon contenant 200$^{cm^3}$ d'eau distillée bouillie; on alcalinise légèrement par Co^3K^2; on fait le vide le plus complet possible et l'on ajoute 1$^{cm^3}$ d'aldéhyde salicylique. Après 24 heures de séjour à 40°, on peut extraire, sous forme de cristaux très purs, 30^{mg} *d'acide salicylique*.

» Ainsi, la pomme de terre peut oxyder l'aldéhyde salicylique, mais à condition que les oxydases proprement dites qu'elle renferme ne puissent agir, en présence de l'air, sur les combinaisons oxygénées qui doivent être réduites par la diastase oxydo-réductrice. Cette condition est réalisée quand les cellules végétales ne sont pas détruites par la pression, et quand on opère à l'abri de l'air. »

(¹) *Comptes rendus*, t. CXXXVIII, n° 6, 8 février 1904, p. 382.

ZOOLOGIE. — *Sur la place des Antipathaires dans la systématique, et la classification des Anthozoaires.* Note de M. **Louis Roule**, présentée par M. Edmond Perrier.

« Depuis quelques années un revirement complet s'effectue sur ce sujet dans l'esprit des naturalistes qui s'occupent des Cœlentérés. Autrefois, on considérait volontiers les Antipathaires comme des Anthozoaires dégradés; on attribuait à une simplification de cette sorte le petit nombre de leurs cloisons et de leurs tentacules. Aujourd'hui on incline plutôt à les prendre pour des formes primitives d'Anthozoaires. G. Brook, le premier, dans son étude des Antipathaires de *Challenger* (*Report of... Challenger*, vol. XXXII, 1889), souligne les ressemblances de ces êtres avec les Cérianthaires. Mais c'est surtout à Ed. Van Beneden que cette opinion doit d'être précisée et complétée (*Les Anthozoaires de la Plankton-Expédition* 1897). Suivant cet auteur, les Antipathaires offrent de nombreuses concordances avec les jeunes larves des Cérianthaires; celles-ci, par surcroît, montrent avec les Scyphoméduses des affinités indiscutables. Le savant belge résume ses recherches et son opinion, sous une forme systématique, en divisant en trois le groupe des Scyphozoaires (les Cténophores étant mis à part) et faisant d'eux trois classes : les Scyphactiniaires, les Octactiniaires, les Zoanthactiniaires. La première classe se subdivise à son tour en trois ordres : les Rugueux, les Scyphoméduses, les Cériantipathaires. Ceux-ci, de leur côté, comprennent deux tribus : les Cérianthaires et les Antipathaires.

» Mes études sur la collection des Antipathaires recueillis par le Prince de Monaco m'ont permis de corroborer, à certains égards, l'opinion émise par Ed. Van Beneden. J'ai pu, notamment, élucider quelques dispositions morphologiques des représentants du genre *Stichopathes*, l'un des plus simples parmi les Antipathaires. Mes recherches ont porté sur une espèce nouvelle, *Stichopathes Richardi*.

» La paroi de la colonne, remarquable par la grande épaisseur de la mésoglée, ressemble de façon complète à celle d'une jeune larve de Cérianthe, prise au moment où la musculature cétodermique n'a pas encore fait son apparition. L'identité est telle que l'on n'éprouve aucune difficulté à accepter l'avis d'Ed. Van Beneden et à considérer les Antipathaires comme liés de près aux Cérianthes. Seulement, les premiers conservent leurs six cloisons principales et leurs six tentacules, alors que les seconds augmentent dans des proportions considérables, suivant une disposition qui leur appartient, le nombre de ces éléments. Des différences assez grandes s'établissent par

là, entre les deux groupes, moindres que celles qui séparent les Antipathaires des autres Anthozoaires, mais réelles pourtant. A mon sens, non seulement les Antipathaires représentent, dans la nature actuelle et à l'état persistant, les formes ancestrales des Cérianthaires, mais ils représentent aussi celles de tous les Anthozoaires. Je résume mon opinion dans les conclusions qui suivent.

» La classe des Anthozoaires doit se conserver, et se séparer de celle des Scyphoméduses. Le fait, pour ces derniers, de ne porter jamais que quatre cloisons alors que les premiers en ont toujours davantage, crée entre eux une dissemblance suffisante pour motiver une telle scission.

» Les Antipathaires constituent, parmi les Anthozoaires, le groupe le plus simple d'après l'organisation. Cette simplicité est primitive. Ils représentent, dans la nature actuelle, les formes archaïques des Anthozoaires, apparentées de près aux Scyphoméduses. La plupart de ces formes ont disparu sans laisser des vestiges. Seuls, les Antipathaires ont persisté, grâce sans doute à la faculté de bourgeonner et de produire des colonies fixées. L'évolution, chez eux, s'est portée sur la colonie elle-même, non sur l'individu, qui a conservé tels quels ses caractères anciens. Les conditions d'existence, entraînées par l'état colonial, ont permis aux Antipathaires de durer, alors que les autres formes correspondantes, simples et libres, ne se sont point propagées jusqu'à l'époque actuelle.

» Deux séries d'êtres se sont détachées de ces formes ancestrales, bornées aujourd'hui aux seuls Antipathaires. L'une conduit aux Cérianthaires, et sans doute aux Rugueux fossiles. Les cloisons augmentent en nombre, mais elles conservent leur organisation primitive, et manquent de musculature propre, ou n'en ont qu'une fort restreinte. La musculature principale dépend de l'ectoderme de la colonne; la mésoglée garde ses qualités strictes de substance conjonctive fondamentale, souvent privée d'éléments figurés. Ce défaut de différenciation histologique de Cérianthaires les rapproche plus des Antipathaires que les autres Anthozoaires. On pourrait, par suite, les grouper avec les Rugueux et les Antipathaires dans une sous-classe, dite les *Protanthozoaires*. Les autres Anthozoaires, Octactiniaires et Zoanthactiniaires (Ed. van Beneden), parviennent à une structure histologique plus complexe, notamment en ce qui concerne la musculature des cloisons et celle de la colonne. Aussi leur ensemble, tout en se rattachant aux formes ancestrales voisines des Antipathaires, s'oppose-t-il par là à ces derniers et aux Cérianthaires. On peut, en conséquence, lui donner la valeur d'une sous-classe, dite des *Métanthozoaires*. »

ZOOLOGIE. — *Les Lépidoptères Limacodides et leurs Diptères parasites, Bombylides du genre* Systropus. *Adaptation parallèle de l'hôte et du parasite aux mêmes conditions d'existence.* Note de M. **J. Künckel d'Herculais**, présentée par M. Edmond Perrier.

« Au cours de la mission que j'ai remplie dans la République argentine (1898-1900), je me suis trouvé à même d'observer de singulières similitudes organiques existant entre l'hôte Lépidoptère et son parasite Diptère, et de reconnaître les conséquences physiologiques qu'avaient ces similitudes dans les actes de même nature que tous deux doivent accomplir.

» Afin de faire ressortir l'originalité des phénomènes biologiques dont j'ai été témoin, il convient de faire un court historique. C'est Benj.-D. Walsh qui le premier (1864) découvrit aux États-Unis que certains Diptères de la famille des Bombylides, *Systropus*, étaient parasites des Lépidoptères des Limacodides. Cette observation superficielle n'en est pas moins intéressante étant donné qu'on considérait alors les Bombylides comme des parasites exclusifs des Hyménoptères; on sait aujourd'hui qu'ils ont un champ d'action beaucoup plus vaste. Westwood (1876), recevant de Natal des cocons de Limacodides d'où était sorti un *Systropus,* put vérifier l'exactitude de l'observation précédente et la compléter à l'aide de figures; il remarque que la tête de la nymphe porte « une saillie frontale forte et conique au moyen de laquelle » elle est sans doute capable de repousser l'opercule de l'extrémité du cocon du Lépidoptère »; ayant sous les yeux des insectes desséchés, il ne pouvait soupçonner le procédé ingénieux qu'elle emploie pour quitter sa prison. Carlos Berg mentionne simplement (1878) que des *Systropus* sortent souvent des cocons d'un Lépidoptère Limacodide (*Sibine* nec *Streblota* de Berg) *bonaërensis* Berg. Enfin, le Dr T.-A. Chapman (1902), ayant reçu de La Plata des cocons d'un Limacodide *inconnu* accompagné de dépouilles de nymphes d'un *Systropus* également *inconnu,* supposa, d'après l'examen de la tête de la chrysalide du Lépidoptère et de celle de la nymphe du Diptère parasite et d'après la comparaison avec les figures données par Westwood, que tous deux étaient capables, non pas, comme le supposait l'auteur anglais, de soulever un couvercle préexistant, mais de pratiquer eux-mêmes l'ouverture par laquelle les insectes adultes s'échappent. Il n'y a là que des conjectures; des observations sur le vivant pouvaient seules permettre de savoir si elles étaient fondées.

» Ceci posé, voici quelles sont nos observations. A l'automne, c'est-à-dire au mois de juin, les cocons de la *Sibine bonaërensis* ne sont pas rares sur les arbres fruitiers, notamment les poiriers, dans les quintas des environs de Buenos-Ayres; si, pendant les mois d'hiver, on ouvre ces cocons, deux cas se présentent : dans le premier, on trouve la chenille du Lépidop-

tère, contractée, immobile; elle restera ainsi jusqu'à la belle saison, époque où elle se transformera brusquement en chrysalide, le papillon éclosant 8 à 10 jours après; dans le second cas, on rencontre à sa place la larve du Diptère parasite, elle aussi contractée, immobile; elle demeurera ainsi jusqu'à la saison chaude, époque où elle se changera en nymphe pour devenir adulte quelques jours après. Les larves de l'hôte et du parasite sont donc toutes deux dans cet état de somnolence que nous avons appelé l'*hypnodie;* par contre, la chrysalide du premier, la nymphe du second sont l'une et l'autre actives et capables de développer une énergie sans pareille pour sortir de leur prison.

» Nous ferons d'abord observer que les chenilles du *Sibine bonaërensis*, comme celles des autres Limacodides, ainsi que l'examen de leurs cocons nous l'a appris, ne préparent aucune opercule pour faciliter la sortie du papillon; ces cocons sont des coques dont le tissu parcheminé est homogène. Il faut donc que les insectes, hôte ou parasite, aient un moyen particulier pour s'ouvrir une issue. A cet effet, chrysalide et nymphe sont munies à la région frontale d'une pointe conique fortement chitinisée, absolument similaire; toutes deux portent à l'extrémité de leur abdomen des pointes; hôte et parasite, ainsi armés, s'arcboutent, puis impriment à leurs corps de violents et rapides mouvements de giration en appuyant la pointe frontale sur l'extrémité antérieure du cocon; elles y découpent ainsi très habilement une calotte hémisphérique aux bords nettement tranchés, de dimension proportionnelle à leur taille. Il y a là un phénomène de convergence dynamique que nous croyons devoir désigner sous le nom d'*homéopraxie* (ὅμοιος, semblable; πρᾶξις, action).

» L'observation nous apprend quel est le mécanisme physiologique qui permet aux prisonniers de déployer le maximum d'énergie et les transforme en vilebrequins vivants. La nymphe de *Systropus* et l'insecte adulte lui-même sortant de la nymphe ont un volume tel qu'ils ont l'apparence des Anthrax et des Bombyles; ce n'est qu'après l'éclosion que le *Systropus* adulte prend une forme svelte et se montre sous l'apparence trompeuse d'un *Conops*. En effet, la nymphe a la faculté de remplir son tube digestif d'air, ce qui lui donne le moyen, sous l'action des muscles, de comprimer la masse sanguine remplissant sa cavité générale; elle dispose donc d'une pompe à air, comme beaucoup d'autres insectes, qui, ainsi que nous l'avons montré chez les Orthoptères acridiens [1], joue un rôle si important lors

---

[1] *Comptes rendus*, t. CX, 1890, p. 807, et t. XIX, 1894, p. 244.

de l'éclosion, de la métamorphose et de la ponte; l'augmentation de volume que les insectes adultes offrent au moment de l'éclosion tient au gonflement du tube digestif par l'air et non pas à la dilatation des trachées tubulaires ou ampuliformes ([1]). »

BOTANIQUE. — *Sur les états jeunes de quelques Palmiers.* Note de M. C.-L. GATIN, présentée par M. Gaston Bonnier.

« Dans une récente Note, publiée ici même ([2]), j'ai établi que la plantule des Palmiers n'est pas toujours droite, comme celle du Dattier, mais présente fréquemment, au contraire, une courbure qui, dans certains cas (*Areca Catechu*), peut être très accentuée, et que cette courbure (pour les onze espèces étudiées) est en rapport avec les phénomènes morphologiques de la germination.

» Au cours de cette Note j'ai été amené à faire remarquer que la distinction faite par Martius ([3]) de deux modes de germination était insuffisante. Cette remarque avait été faite antérieurement dans un travail de M. H. Micheels ([4]), qui m'avait échappé à l'époque de la publication de ma Note, et que je n'ai pu citer pour cette raison.

» J'ai désigné sous le nom de *ligule* la « région embrassante » du cotylédon des espèces du type *Sabal* et du type *Dictyosperma* de M. Micheels ([5]), et j'ai donné quelques détails sur le développement de ces divers types de germination.

([1]) Le *Systropus* parasite du *Sibine bonaërensis* Berg, espèce spéciale qui devra porter le nom de *Systropus conopoïdes* Künckel, diffère du *S. fœnoïdes* Westwood du Mexique, par des caractères propres : 1° les deux taches latérales du scutum métathoracique sont réunies et d'un jaune paille; 2° l'abdomen a le renflement de l'extrémité entièrement noir et les flancs de la portion amincie marqués de taches noires allongées formant une bande latérale discontinue; 3° le deuxième article des tarses antérieurs et intermédiaires est entièrement noir.

([2]) C.-L. GATIN, *Sur les phénomènes morphologiques de la germination, et sur la structure de la plantule chez les Palmiers* (*Comptes rendus*, t. CXXXVIII, n° 9, p. 594-596).

([3]) MARTIUS, *Hist. nat. Palmarium.*

([4]) H. MICHEELS, *Recherches sur les jeunes Palmiers* (*Mémoires couronnés* et *Mémoires des Savants étrangers*, t. LI; Liège, 1889).

([5]) H. MICHEELS, *loc. cit.*, p. 17 et 18.

» Poursuivant l'étude anatomique et morphologique des états jeunes d'un certain nombre de Palmiers, j'ai obtenu quelques résultats nouveaux :

» 1° Le *Jubœa spectabilis* et l'*Archontophœnix Alexandræ*, dont les germinations sont ligulées, possèdent des plantules courbes.

» 2° Étudiant la formation de la première racine, j'ai observé qu'il n'y a pas, à ce point de vue, de différences fondamentales entre les espèces germant suivant les divers modes. La radicule est mal différenciée et ne possède pas d'assise pilifère (¹). Au moment de la germination, la racine ne prend les caractères d'une racine adulte que lorsque la croissance externe du cotylédon est terminée.

» Pour tous les types étudiés, cette différenciation a été plus rapide chez les espèces *ădmotiva* (*Archontophœnix Cunninghamiana, Archontophœnix Alexandræ*) que chez les espèces *remotiva* ligulées (*Sabal umbraculifera, Jubœa spectabilis*), et plus rapide chez celles-ci que chez les espèces *remotiva* non ligulées (*Phœnix dactylifera, Phœnix canariensis*).

» 3° Certaines espèces ne possèdent pas de racines adventives (²). J'ai observé que, chez les espèces qui en possèdent, ces racines sont de deux sortes :

» Les premières apparaissent à la base de la première racine, dont elles atteignent parfois le diamètre; grêles et courtes, elles ne semblent jouer aucun rôle important.

» D'autres racines adventives ayant un diamètre aussi grand et, en général, deux fois environ plus grand que celui de la première racine, se forment à des époques variables. En général, une seule de ces racines apparaît à la fois.

» Chez l'*Archontophœnix Alexandræ*, l'*Archontophœnix Cunninghamiana*, le *Dictyosperma alba*, une semblable racine se forme de très bonne heure dans le prolongement de l'axe de la gemmule et semble susceptible de jouer, pendant un certain temps, le rôle de racine principale.

» Le même phénomène se reproduit dans le *Brahea filamentosa* et le *Washingtonia robusta*, qui germent suivant le mode *remotiva* ligulé, mais beaucoup plus tardivement. La racine adventive se développe parallèlement à la racine principale.

» Enfin, chez quelques types *remotiva* non ligulés (*Phœnix canariensis, Phœnix silvestris*), j'ai pu observer également la formation de semblables racines, d'un diamètre égal à celui de la racine principale.

» L'apparition de cette racine adventive marque le début des phénomènes d'enracinement dont Karsten (³) a signalé toute l'importance.

» En résumé, les trois modes de germination des Palmiers distingués par M. Micheels, et précisés par moi ici même, ne présentent entre eux que

---

(¹) Flahault, *Accroissement terminal de la racine* (*Annales des Sciences naturelles*, 1878). — C. L. Gatin, *Observations sur la germination et la formation de la première racine de quelques Palmiers* (*Revue générale de Botanique*, 15 mai 1904).

(²) H. Micheels, *loc. cit.*, p. 108.

(³) Karsten, *Ueber die Bewurzelung der Palmen* (*Linnæa*, Halle, 1856).

des différences toutes superficielles, dues à la forme de leurs plantules et surtout à un développement plus ou moins rapide. »

GÉOLOGIE. — *Sur les nappes de recouvrement des environs de Barcelone (Espagne).* Note de MM. **Jaime Almera** et **Jules Bergeron**, présentée par M. de Lapparent.

» Le massif montagneux du Tibidabo qui s'étend au nord de Barcelone, entre les vallées du Rio Besos et du Llobregat, est constitué par des terrains anciens dont l'un de nous a établi la succession ([1]). Mais parfois la superposition des assises est anormale; nous avons reconnu qu'il en était ainsi par suite de l'existence de nappes de recouvrement. Voici les faits qui nous ont amenés à admettre cette interprétation.

» Sur le versant septentrional, dans la partie sud-ouest du massif, non loin du village de Papiol, affleure, sous la métairie d'Amigonet, une masse de calcaires dans laquelle se retrouvent les divers étages dévoniens, reconnaissables à leurs fossiles ou à leur faciès; on y observe de nombreuses traces de laminages, d'étirements. Cet ensemble repose sur des schistes ordoviciens très froissés et il est recouvert par des lydiennes appartenant au carbonifère inférieur. Par places, il y a, sur le Dévonien comme sur le Carbonifère, des placages de schistes ordoviciens, à la base desquels se reconnaît, à sa faune, l'étage de Trémadoc. Toute cette série plonge vers le ravin de Font Amigonet, puis remonte sous la métairie de Puig; mais elle diminue progressivement d'épaisseur; les calcaires s'étirent et disparaissent. Finalement, il ne reste plus que les lydiennes carbonifères qui reposent sur les schistes ordoviciens et qui sont recouvertes par des schistes identiques, dont la partie inférieure appartient parfois au niveau de Trémador.

» De ces faits on peut conclure que, sur la série paléozoïque d'Amigonet, repose une nappe de recouvrement; quant à la série même, elle se comporte comme ferait une nappe dont les assises calcaires se plisseraient et disparaîtraient finalement par le frottement, à mesure qu'elles seraient refoulées plus loin. Il y aurait ainsi, du côté de Papiol, deux nappes superposées.

» L'ensemble des deux nappes constitué, comme au-dessous de la métairie de Puig, occupe une très grande surface, mais on ne le voit que grâce aux profondes vallées qui sillonnent le versant nord du massif. Les éléments

---

([1]) Jaime Almera, *Notice sur la feuille n° 1 de la Carte géologique de la province de Barcelone*, 1900.

de la nappe supérieure autres que les schistes ordoviciens forment des lambeaux isolés.

» L'un des plus intéressants est celui de Santa-Creu de Olorde. Sur les lydiennes de la nappe inférieure, il est resté un paquet de grauwacke carbonifère; dessus paraît la nappe supérieure comprenant, outre l'Ordovicien, le Gothlandien et le Dévonien.

» A l'extrémité nord-est du massif, sur la rive droite du Rio Besos, au-dessus du village de Montcada, les deux nappes précédentes se reconnaissent encore, mais affectées de plis dont beaucoup d'éléments ont disparu par érosion. De plus, dans les synclinaux de la nappe supérieure, il y a des lambeaux de schistes gothlandiens dont l'un enveloppe une sorte de noyau de calcaire dévonien; ce sont les restes d'une troisième nappe. Peut-être s'est-elle étendue sur tout le massif; elle aurait disparu par érosions.

» Sur le versant méridional du Tibidabo, nous avons retrouvé les deux premières nappes, celles décrites à Santa-Creu, mais à une altitude bien inférieure, par suite de l'effondrement de toute la partie orientale de la chaîne paléozoïque catalane.

» Ces charriages se sont produits postérieurement au dépôt du Tournaisien puisque les lydiennes et grauwackes de cet étage ont été entraînées dans les nappes. D'autre part, ils sont antérieurs, ainsi que l'effondrement du versant oriental, au dépôt du Trias dont des lambeaux reposent en discordance de stratification sur les nappes en question. Il est bien vraisemblable que ces accidents datent de la même époque que ceux signalés par l'un de nous dans la montagne Noire et les Cévennes, c'est-à-dire d'une période comprise entre le Tournaisien et le Stéphanien ([1]).

» Par la faille qui a amené l'effondrement du versant oriental, est venu le granite qui pointe entre le Tibidabo et le faubourg de Vallcarca. Il a métamorphisé, sans les gneissifier, les schistes ordoviciens à son contact ou même à son voisinage. Comme il a agi sur les éléments des nappes, sa venue est donc postérieure à leur formation. Il y a lieu de croire qu'il est de même âge que celui des Cévennes et d'une partie des Pyrénées.

» De pareilles nappes auraient recouvert également le versant septentrional des massifs anciens situés dans le prolongement du Tibidabo, au nord du Rio Bezos comme au sud du Llobregat.

» Le sens du mouvement de charriage est donné, d'une part, par l'allure des sédiments qui se laminent du nord au sud avec refoulement des couches vers le sud et, d'autre part, par la nature des sédiments dont les similaires se trouvent au nord, dans les Pyrénées et dans la Montagne Noire. Les nappes de recouvrement seraient donc venues du nord, c'est-

---

([1]) J. Bergeron, *Comptes rendus,* séance du 8 février 1904.

à-dire d'une région qui, durant une grande partie du primaire, a été occupée par la mer et qui l'était encore à l'époque du Trias; la nappe serait donc venue d'une dépression. »

PALÉONTOLOGIE VÉGÉTALE. — *Le terrain houiller dans le nord de l'Afrique.* Note de M. **Ed. Bureau**, présentée par M. Zeiller.

« A plusieurs reprises des végétaux fossiles de l'époque houillère ont été signalés dans le nord de l'Afrique. Overweg, compagnon de Barth, découvrit, paraît-il, des empreintes de *Sigillaria* dans les grès du Djebel Amsak. Je tiens de Balansa que, dans son voyage au Maroc, il trouva des végétaux fossiles houillers au Djebel Okris, et ces végétaux ont été mentionnés par Pomel, au Congrès d'Alger, en 1881. M. le D[r] Bonnet, en 1888, a vu, à environ 80^{km} au nord-est de Figuig, non loin de Djenien bou Rezq, au pied du Mir ed Djebel, des végétaux fossiles qui lui ont paru être des Équisétacées (*Journ. de Bot.*, t. II, 1888, p. 289).

» Enfin M. Foureau a signalé, dans le Tassili des Azdjer (territoire sur le prolongement sud de la province de Constantine), des grès rouges avec amas charbonneux et *Lepidodendron*. Grâce à l'obligeance de M. Haug, j'ai pu voir ces échantillons. Sauf un, non encore déterminé, ils appartiennent au *Lepidodendron Veltheimianum* Sternb., espèce habituelle de l'étage houiller inférieur.

» Si, en raison de la découverte de M. Foureau, nous devons admettre la présence de dépôts houillers d'eau douce dans l'extrême sud-est de l'Algérie, toute preuve matérielle manquait pour la partie occidentale du Maroc et pour le sud-oranais. En ce qui concerne la dernière région cette preuve est maintenant sous nos yeux. Elle résulte des recherches faites par M. le lieutenant Poirmeur, du 1[er] régiment étranger, dans un périmètre assez vaste autour de Bechar.

» Dans chacun des deux envois qu'il vient de faire au Muséum se trouvait une plante fossile; ces deux plantes sont très différentes l'une de l'autre et représentées chacune par un seul spécimen.

» Le premier échantillon provient « de la vallée de l'Oued Bou Gharraf, » affluent de l'Oued Bou Dib, et, par suite, sous-affluent du Guir. Il a été » trouvé à fleur de terre, dans un îlot formé par un affleurement rocheux, » dans l'Erg (dunes) qui constitue le lit de l'Oued ». (Étiquette de M. Poirmeur.)

» Ce fossile est le *Stigmaria ficoides* Ad. Brongn.; c'est même un beau spécimen de cette espèce.

» Il appartient à la forme typique, et non pas à une des nombreuses variétés qui ont été décrites. On sait aujourd'hui que les *Stigmaria* sont des rhizomes de *Sigillaria* et aussi de Lépidodendrées. Cet échantillon est moulé en grès rougeâtre; il est cylindrique, fort peu comprimé; son diamètre atteint $0^m,09$, sa longueur $0^m,37$; mais il est limité à chaque bout par une cassure, et devait être beaucoup plus long.

» Le *Stigmaria ficoides* peut se présenter sous trois aspects : 1° en place, dans l'endroit même où il a vécu, et entouré de ses racines, qui en partent à peu près à angle droit et divergent autour de lui; 2° conservé par enfouissement, après avoir flotté assez peu de temps pour que ses racines ne soient pas toutes arrachées ou décomposées; 3° absolument privé de ses racines. C'est le second aspect que présente le *Stigmaria* trouvé par M. le lieutenant Poirmeur. Sur les parties les mieux conservées on voit les racines partant chacune de la cavité où se fait son insertion, mais appliquées sur le rhizome, sur lequel elles se sont imprimées, rampant en tous les sens à sa surface, sinueuses et flasques; les unes moulées en relief, les autres décelées par un simple sillon. Il est clair que ce rhizome, bien que n'étant plus *in loco natali*, n'a pas subi un transport violent ou à longue distance. Sur les deux cassures on voit la trace du cylindre axile, mais très déplacé et devenu tout à fait excentrique.

» Le second fossile végétal est ainsi étiqueté par M. Poirmeur : « Empreinte fossile du carboniférien trouvée au Gueb el Aouda, piton » rocheux, débris d'un anticlinal érosé qui domine l'Oued Bechar, à 25^{km} » au sud du Ksar. A mi-hauteur (720^m environ) versant sud-est ».

» Il est plus fruste que le précédent, bien que dans un grès ferrugineux très analogue. C'est une tige de *Lepidodendron*, et, malgré l'état de l'échantillon, la saillie et la forme des coussinets foliaires, le sillon profond qui les sépare et qui, sur un moulage, se présente comme un bourrelet, le rendent tellement semblable à des échantillons de la Basse-Loire que je ne puis douter que ce soit le *Lepidodendron Veltheimianum* Sternb.

» A quelle époque de la période carboniférienne ont vécu ces végétaux?

» Le calcaire carbonifère, déjà connu dans cette région, s'y trouve très répandu. M. Thévenin, assistant au Muséum, m'a donné la liste suivante des fossiles animaux de ce niveau envoyés par M. Poirmeur. Je l'en remercie beaucoup, ainsi que des renseignements bibliographiques qu'il y a joints.

» Ce sont : *Archimedes Wortheni, Fenestella*, plusieurs espèces, *Alveolites, Heliolithes, Zaphrentis* cf. *patula, cyathophyllum* cf. *Stuchburgi, Lithostrotion irregulare, L. junceum, Aulophyllum* sp.; nombreuses tiges de Crinoïdes (*Poteriocrinus, Actinocrinus* ou *Batocrinus*), *Productus* voisin de *semireticulatus, Productus cora, Spirifer striatus*.

« Au demeurant, » ajoute-t-il, « ces assises du carbonifère marin sont à

» peu près contemporaines du calcaire carbonifère d'Angleterre et de » Tournay ».

» Reste à savoir quelle est la position des couches à végétaux. M. Poirmeur les a vues recouvertes par des couches marines. Il n'y a pas trouvé de fossiles marins; mais la rareté des végétaux lui paraît peu en rapport avec l'exubérance de la végétation carboniférienne. Cette exubérance n'existait pas au début de la période houillère et la rareté des fossiles végétaux est ordinaire dans les dépôts houillers les plus anciens.

» S'il n'y a pas eu de renversement, et si les couches à végétaux sont réellement recouvertes par le calcaire carbonifère ou intercalées dans ce calcaire, ce sera une forte raison de les considérer comme appartenant à l'étage Dinantien ou Culm, comme représentant le faciès terrestre des formations inférieures du système carboniférien et résultant d'un dépôt d'eau douce. Non seulement le petit nombre des plantes fossiles, mais leur mode de conservation, la nature et l'aspect du grès qui les a moulées, et surtout la présence du *Lepidodendron Veltheimianum* (trouvé aussi par M. Foureau à une distance considérable dans l'est), tout concourt à appuyer cette opinion. Sur la Carte géologique future, il sera indispensable de distinguer ces grès des calcaires. A un niveau aussi bas, les chances de rencontrer du charbon sont, il est vrai, moins grandes; cependant, il n'est pas rare de trouver, prés des dépôts de Culm, des couches houillères plus récentes et plus riches, et l'importance que peut prendre un bassin houiller situé sur le trajet même d'un chemin de fer allant d'Oran à Tombouctou doit, il me semble, engager à poursuivre les recherches si heureusement commencées par M. le lieutenant Poirmeur. »

CHIMIE BIOLOGIQUE. — *Les poids moléculaires du glycogène.* Note de Mme **Z. Gatin-Gruzewska**, présentée par M. A. Haller.

« Le poids moléculaire du glycogène a été déterminé par Sabanejew [1] au moyen de la méthode de Raoult. L'auteur se sert d'une solution de 4 à 8 pour 100 d'un glycogène préalablement desséché dans le vide sulfurique. Les résultats obtenus de ces deux expériences, 1545 et 1625, corres-

(1) Sabanejew, *Bestimmung des Moleculärgewichts von Colloïden nach der Raoultschen Methode* (*J. d. russ. phys. chem. Gesell.*, 1889, p. 515-525; *Rep. chem. Centrbl.*, Bd. I, 1891, p. 10; *Zeitsch. f. phys. Ch.*, Bd. V, p. 192).

pondent assez bien à la formule $(C^6H^{10}O^5)10$ donnant comme poids moléculaire théorique 1620. C'est le chiffre que Sabanejew a donné comme poids moléculaire du glycogène et qui a été introduit dans les meilleurs manuels de Chimie biologique.

» J'ai fait mes déterminations cryoscopiques avec du glycogène pur, extrait du foie du chien, que j'ai eu l'occasion, en vue d'un autre travail, de préparer au laboratoire de M. le Professeur Pflüger, à Bonn.

» La méthode dont je me suis servi pour préparer et purifier la substance ainsi que ses diverses propriétés et, en particulier, ses degrés de pureté ont été décrits dans une récente publication (1).

» Le glycogène a été desséché dans le vide sur du chlorure de calcium. Les déterminations cryoscopiques ont été faites par la méthode et au moyen de l'appareil de Nernst-Abegg (2). Le mélange réfrigérant était tenu constant à une température de —0°,5 à —0°,6 C. et les liquides à analyser portés en surfusion de —1°,2 à —1°,5 C.

» Le point de congélation de 100^{cm^3} H^2O avait été déterminé au préalable. Les solutions à étudier ont été ensuite introduites à l'aide de pipettes spéciales de 10^{cm^3} ou de 20^{cm^3}. Le mélangeur était très régulièrement agité à la main 60 fois par minute. La lecture du niveau du thermomètre était faite au moyen d'une loupe spéciale munie de parallaxes et permettant d'apprécier le millième de degré.

» Des expériences de contrôle ont été faites avec du sucre candi.

» Soient : *g* point de congélation; *e* concentration des solutions employées en grammes pour 100^{cm^3}; M poids moléculaire.

Sucre candi.

Expérience.	*e.*	*g.*	M.
	0g,1818	calculé 0°,0098	342
1.....	0,1818	obtenu 0,009	375
2.....	0,1818	» 0,009	375
3.....	0,1818	» 0,009	375

Glycogène.

Expérience.	*e.*	*g.*	M.
1.....	1g,930	0°	»
2.....	4,450	0	»

(1) Mme Gatin-Gruzewska, *Das revue Glykogen* (*Arch. f. d. gesam. Physiol.*, Bd. CII, 1904, p. 569-591).

(2) Nernst-Abegg, *Ueber den Gefrierpunkt verdünnter Lösungen* (*Berlsch. f. physik. Chem.*, Bd. XV, 1894, p. 681-693).

» Le point de congélation calculé d'après le poids moléculaire donné par *Sabanejew*, est

4g,450	0°,051	1620

» Pour avoir une précision plus grande j'ai fait une deuxième série d'expériences avec un appareil plus délicat de *Nernst-Abegg*. On opère avec 200$^{cm^3}$ de solution. L'échelle du thermomètre de Beckmann représentant les divisions d'un seul degré thermique, on pouvait lire le millième de degré et apprécier le dix-millième.

Sucre candi.

Expérience.	e.	g.	M.
	g 0,1818	calculé 0°,0098	342
1.....	0,1818	obtenu 0,0092	367
2.....	0,1818	» 0,0096	352
3.....	0,1818	» 0,0094	359

Glycogène.

Expérience.	e.	g.	M.
1.....	g 1,590	0°	»
2.....	3,850	0,0001	716100

» Si, en se basant sur l'exactitude des déterminations faites avec le sucre candi, qui en moyenne donnent un point de congélation de 0°,0004 plus petit que le point théorique, on voulait conclure au poids moléculaire du glycogène, on trouverait pour ce dernier un chiffre plus élevé que 140 000.

» Il est donc évident que le poids moléculaire du glycogène (1620) donné par *Sabanejew* est faux et que les abaissements du point de congélation observés par cet auteur ne sont dus qu'aux impuretés qui accompagnaient la substance. Dans un travail sur le glycogène [1], j'ai essayé d'expliquer pourquoi Sabanejew obtient des abaissements du point de congélation plus grands quand il sèche le même glycogène à 115°C.

» Je crois que ces expériences rendent incertains les chiffres obtenus par la même méthode et donnés comme poids moléculaires pour d'autres colloïdes. La purification de l'amidon et des albuminoïdes présente des difficultés de même ordre que celle du glycogène.

» Les résultats de mes expériences peuvent être interprétés de deux façons : 1° ou bien le glycogène est très peu soluble dans l'eau et son

(1) Mme Gatin-Gruzewska, *Das revue Glykogen* (*Arch. f. d. Gesum. phys.*, Bd. CII, 1904, p. 569-591.

poids moléculaire est infiniment grand; 2° ou bien il est insoluble dans l'eau et alors son poids moléculaire reste indéterminé. »

PHYSIOLOGIE. — *Études sur l'action de la maltase. Constance du ferment. Influence des produits de la réaction.* Note de Mlle **Ch. Philoche**, présentée par M. Alfred Giard.

« Dans une précédente Note (*Comptes rendus*, 21 mars), j'ai montré que la maltase reste comparable à elle-même pendant 24 heures d'action. J'ai obtenu, par une seconde méthode dont le principe était déjà indiqué, des preuves nouvelles de la constance du ferment. Pour cela je fais agir la maltase sur du maltose; lorsque l'hydrolyse paraît s'arrêter, j'ajoute une nouvelle quantité de maltose et je suis la marche de la réaction.

» 4 séries d'expériences; les solutions contiennent:

Première série....	Maltose : 4^g pour 100.		
Deuxième série ...	Maltose : 4	»	+ Glucose : 2^g pour 100.
Troisième série ...	Maltose : 2	»	+ Glucose : 4 »
Quatrième série...	Maltose : 2	»	

» Dans chaque série j'ajoute la maltase (diastase Taka) à raison de 1^g pour 100. Les solutions sont faites dans l'eau distillée contenant du fluorure de sodium à 5^g pour 1000; l'hydrolyse suivie au polarimètre, l'action de la diastase ayant été arrêtée dans chaque prise par une faible alcalinisation.

» J'observe la réaction pendant 15 heures consécutives à la température de 39° et je laisse les solutions à la même température pendant 23 heures encore, après lesquelles j'ajoute de nouvelles quantités de maltose. Le ferment est donc resté pendant 38 heures dans les solutions. J'ai alors les séries suivantes :

2 *bis*.........	Maltose : 4^g pour 100	+ Glucose : 2^g pour 100.	
3 *bis*.........	Maltose : 4	»	+ Glucose : 2 »
4 *bis*.........	Maltose : 4	»	+ Glucose : 1 »

» Par suite de la dilution, la diastase se trouve aux concentrations de

2 *bis* et 3 *bis*	1^g pour 300^{cm^3}
4 *bis*..	1^g pour 200^{cm^3}

» Si le ferment a conservé pendant 38 heures son activité primitive, la vitesse d'hydrolyse des séries 2 *bis* et 3 *bis* sera 3 fois plus faible que celle de la série 2 et la vitesse d'hydrolyse de 4 *bis*, 2 fois moindre que celle de 1. Des expériences que je publierai ultérieurement montrent qu'il y a proportionnalité entre la quantité de ferment et la vitesse d'hydrolyse.

» Voici les résultats obtenus. Je donne ici les variations du pouvoir rotatoire, c'est-à-dire les nombres proportionnels à la quantité de maltose hydrolysée (une variation de 1° correspond environ à 0g,67 de maltose transformé en glucose).

Durée.	1. Maltose 4 pour 100. Glucose 2 pour 100.	2. Maltose 2 pour 100. Glucose 4 pour 100.	3. Maltose 2 pour 100. Glucose 4 pour 100.	4. Maltose 2 pour 100.
h	°	°	°	°
1....	0,80	0,63	0,50	0,67
2....	1,47	1,40	1,00	1,23
3....	1,93	1,80	1,50	1,73
4....	2,57	2,50	2,00	2,23
6 ¼..	3,87	3,83	2,50	2,73
8....	4,53	4,47	2,87	2,67
10...	»	4.83	2,87	2,67
12 ½	»	4,93	2,83	2,67
15...	5,13	»	»	»

Addition de maltose après 38 heures. Durée après addition de maltose.	2 bis. Maltose 4 pour 100. Glucose 2 pour 100.	3 bis. Maltose 4 pour 100. Glucose 2 pour 100.	4 bis. Maltose 4 pour 100. Glucose 1 pour 100.
12h.........	2°,63	2°,53	3°,37
18h.........	4°,07	3°,97	»

» On voit que la vitesse d'hydrolyse dans les séries 2 *bis* et 3 *bis* est bien 3 fois plus lente que dans la série 2 et dans la série 4. Elle est 2 fois plus lente que dans la série 1. Le ferment donc conserve son activité initiale pendant 38 heures en présence de produits de réaction.

» *Action du glucose.* — Si l'on examine les nombres précédents, on voit que l'hydrolyse est plus lente dans la deuxième série que dans la première et dans la troisième que dans la quatrième. Mais il est intéressant de noter que la différence est très faible.

» Des expériences avec des doses plus fortes de glucose (10 et 20 p. 100) montrent que, dans ces cas, le ralentissement est plus considérable.

» *Exemple.* — Après 30 heures, séries contenant :

	Variation du pouvoir rotatoire.
	°
1° Maltose (4 pour 100)	4,12
2° Maltose (4 pour 100) + glucose (10 pour 100)........	2,92
3° » (4 pour 100) + » (20 pour 100)........	2,77

» Ce ralentissement produit par le glucose est beaucoup plus faible que celui du sucre interverti sur l'invertine agissant sur le saccharose (expériences de Victor Henri). De plus, cet auteur a montré que, dans le cas de l'invertine, le glucose exerçait une action retardatrice bien plus faible que le lévulose. Il y a là un rapprochement intéressant surtout au point de vue de l'étude théorique de l'action de la maltase et de l'invertine. »

CHIMIE BIOLOGIQUE. — *Contribution à l'étude de la formation et de l'élimination de l'urée dans le régime alimentaire humain.* Note de MM. **H. Labbé** et **Morchoisne**, présentée par M. A. Ditte.

« La formation de l'urée dans l'organisme et son élimination subséquente sont soumises à l'influence de très nombreux facteurs; l'alimentation surtout paraît susceptible de faire varier la proportion d'urée formée dans le régime humain. C'est le facteur primordial de toute variation d'urée.

» Cette influence peut s'exercer de deux façons différentes: 1° par la qualité de l'apport azoté; 2° par la quantité de ce même apport. Nous avons cherché à étudier la part respective de ces deux facteurs dans la formation éliminatrice de l'urée urinaire, ainsi que l'influence réciproque qu'ils peuvent exercer l'un sur l'autre.

» A. *Influence de la qualité de l'alimentation azotée.* — Pour des quantités d'azote alimentaire ingéré sensiblement comparables, on a étudié l'élimination correspondante de l'urée chez un même sujet soumis successivement à un régime carné, à un régime mixte intermédiaire, puis à un régime végétal.

RÉGIME CARNÉ EXCLUSIF : 7 jours.

Moyenne d'albumine ingérée quotidiennement.	Moyenne d'urée formée quotidiennement.	Moyenne d'urée formée quotidiennement pour 100g d'albumine.
99g,65	30g,87	30g,99

RÉGIME VÉGÉTAL EXCLUSIF.

Première série : 7 jours.

Moyenne d'albumine ingérée quotidiennement.	Moyenne d'urée formée quotidiennement.	Moyenne d'urée formée quotidiennement pour 100g d'albumine ingérée.
88g,62	19g,56	21g,80

Deuxième série : 4 jours.

Moyenne d'albumine ingérée quotidiennement.	Moyenne d'urée formée quotidiennement.	Moyenne d'urée formée quotidiennement pour 100g d'albumine ingérée.
88g,93	21g,9	24g,6
		Moyenne pour les deux séries de régime végétal.
		23,16

» De la comparaison de ces chiffres on peut conclure que : le métabolisme des matières azotées végétales dans l'organisme humain fournit normalement une proportion moindre d'urée que celui des matières azotées d'origine animale, soit environ $\frac{1}{8}$ en moins.

» B. *Influence de la quantité de l'alimentation azotée.* — Les déterminations précédentes montrent que, pour étudier avec précision le facteur *quantité*, il faut rendre constant le facteur *qualité*. On a choisi l'alimentation végétale exclusive pour une série de raisons au premier rang desquelles se place sa tolérance très aisée.

» L'ordonnance générale de l'expérience a été déjà décrite dans une précédente Communication ([1]). Pour déterminer le régime de l'élimination uréique, il s'agit de comparer l'urée formée avec l'albumine ingérée, ce qui revient à déterminer les valeurs du rapport $\frac{\text{Az (urée)}}{\text{Az (ingéré)}}$. La moyenne de ce rapport donne pour chaque plage d'ingestion isoalbumineuse une mesure de capacité de l'ensemble de l'organisme du sujet à former l'urée à partir des matières albuminoïdes fournies. Ce rapport uréoplastique a l'avantage de ne préjuger en rien les modes variés d'obtention de l'urée que peut utiliser l'organisme.

» On a trouvé intéressant de déterminer par comparaison la fraction de l'azote total urinaire éliminée à l'état d'azote uréique. Ce rapport, déjà étudié par divers auteurs, n'exprime pas la faculté de formation de l'urée par l'organisme, mais la proportion relative d'urée relativement aux autres corps azotés auxquels la dégradation albuminoïde intra-organique peut donner naissance. Le Tableau suivant résume les chiffres trouvés pour l'ensemble de l'expérience.

Dates.	Ingestion moyenne d'albumine.	Formation moyenne d'urée.	Rapport uréoplastique.	Rapport azoturique.	Quantités d'azote complémentaire.	Composés xanthouriques.
	g	g			g	g
2 février au 5 février..	89,93	19,56	72,3	83,24	2,02	0,49
6 » 8 » ..	72,87	18,32	73,1	82,06	1,85	0,25
9 » 11 » ..	57,12	17,17	87,8	89,95	0,92	0,24

([1]) *Comptes rendus*, t. CXXXVIII, p. 1365.

Dates.	Ingestion moyenne d'albumine.	Formation moyenne d'urée.	Rapport uréoplastique.	Rapport azoturique.	Quantités d'azote complémentaire.	Composés xantho-uriques.
	g	g			g	g
12 » 14 » ..	45,31	14,57	93,1	85,34	1,16	0,22
15 » 18 » ..	36,06	10,77	87,3	78,53	1,35	0,02
19 » 22 » ..	26,83	7,62	81,8	72,39	1,33	0,02
23 » 25 » ..	21,81	5,20	69,4	63,32	1,44	0,01
26 » 29 » ..	15,43	3,49	64,8	51,28	1,68	0,007
1er mars au 4 mars ...	9,25	2,00	55,10	48,52	1,60	0,02
...	»	1	»	»	»	»
8 » 10 » ...	72,56	18,05	72,00	83,58	1,67	0,53

» On voit que la quantité d'albumine ingérée dans un organisme sain en équilibre azoté influe :

» 1° Sur la quantité absolue d'urée formée. La décroissance est régulière et sans exception : l'urée, dans ces conditions, a eu une origine exclusivement alimentaire (2g à 3g d'urée provenant de la désassimilation des tissus aurait suffi pour donner au coefficient une valeur anormale).

» 2° Sur la proportion d'urée. La variation s'effectue lentement, par plages isoalbuminoïdes; le rapport uréoplastique d'une valeur moyenne très fixe de 72,5 pour des ingestions d'albumine correspondant aux rations types actuelles croît très sensiblement (valeur moyenne 87,5) pour des quantités d'albumine oscillant entre 58g et 27g. Ces grandeurs ont été *optima* pour la formation d'urée. Au contraire, pour une ingestion albuminoïde comprise entre 21g et 10g, le rapport uréoplastique prend une valeur moyenne sensiblement plus basse, 63,1 : c'est lorsque l'organisme a eu à dégrader une quantité d'albumine *minima* que la formation d'urée a été le plus faible. Ces variations sont loin de se retrouver avec la même netteté dans le rapport azoturique : celui-ci, d'une valeur moyenne de 82,5 pour des ingestions usuelles d'albumine, reste sensiblement constant (en moyenne 81,55) pour des quantités d'albumine allant de 58g à 27g. Il ne vient à baisser (en moyenne 54,71) que pour des quantités très faibles d'albumine ingéré, soit de 21g à 10g.

» Il convient de remarquer que les quantités de l'azote urinaire dit *complémentaire* [Az (tot.) — Az (ur.)] sont restées sensiblement constantes pendant la durée de l'expérience, quelle que soit l'énorme décroissance qu'on ait fait subir aux ingestions albuminoïdes. Ce fait peut servir à préciser le régime de ces corps azotés complémentaires. Il est aisé, dans le Tableau ci-dessus, de remarquer que les composés xantho-uriques jouent,

au début, un rôle quantitatif très faible qui devient bientôt tout à fait nul dans ces corps azotés complémentaires. Il semble qu'on en puisse déduire, suivant une hypothèse tout au moins plausible, que ces corps, que, jusqu'à plus ample informé, on ne peut faire varier ou disparaître dans l'urine, par le régime alimentaire, soient vraiment la base de l'élimination azotée urinaire humaine et, à ce titre, lorsqu'ils seront mieux connus, appelés à jouer un rôle fondamental dans la séméiologie de l'émonctoire urinaire. »

PHYSIOLOGIE. — *Sur l'action du sang rendu hépatotoxique par injections intrapéritonéales de nucléoprotéides du foie.* Note de MM. **H. Bierry** et **André Mayer**, présentée par M. Alfred Giard.

« Nous avons préparé des hépatotoxines, en suivant la technique déjà indiquée par l'un de nous pour la préparation des néphrotoxines [1].

» A des lapins vigoureux, on a fait, à courts intervalles (2 fois par semaine) une quinzaine d'injections de nucléoprotéides du foie. Les nucléoprotéides ont été injectées dans la cavité péritonéale, soit solides, en suspension dans l'eau physiologique, soit solubilisées dans une solution très légère de carbonate de soude. Ces dernières ont toujours été portées cinq minutes à l'ébullition.

» Le sang des lapins ayant reçu les injections a été recueilli aseptiquement, défibriné et centrifugé. On en a fait trois parts, composées : 1° de sérum ; 2° de globules (obtenus par centrifugation et décantation); 3° de globules en suspension dans le sérum.

» A des chiens jeunes, de 12^{kg} à 15^{kg}, préalablement mis en observation, on a fait des injections intrapéritonéales de sérum, ou de globules, ou du mélange des deux. Dans la présente communication nous n'envisagerons que les effets produits par l'injection de *faibles* doses, 10^{cm^3} à 15^{cm^3} de ces différents produits.

» L'action des injections se traduit par l'apparition de lésions histologiques dont l'examen a été publié par M. Auguste Pettit et l'un de nous. Ces lésions consistent en dégénérescences, graisseuse, vacuolaire et granuleuse du cytoplasma des cellules hépatiques. Les autres organes (rein, pancréas) ne sont pas lésés. En même temps apparaissent divers troubles.

» Immédiatement après l'injection, l'animal présente un abattement qui peut durer plusieurs jours, et maigrit. Mais progressivement la santé générale semble se rétablir, et il revient à son poids primitif en deux mois environ.

---

(1) *Cf.* H. Bierry, *Comptes rendus de la Société de Biologie*, 1903, p. 476-477. — Bierry et Aug. Pettit, *Ibid.*, 1904, p. 238-240.

» Les animaux ne présentent pas d'albuminurie. Dans deux cas seulement nous avons observé une albuminurie légère et transitoire, nullement comparable à celle que produisent les injections de néphrotoxines.

» Quand les animaux sont à jeun depuis 48 heures, ou nourris seulement de viande depuis plusieurs jours, on peut observer le passage dans les urines de pigments biliaires, d'acide lactique, d'acide homogentisique. Elles présentent parfois un pouvoir réducteur marqué. L'étude chimique a montré qu'il n'était pas dû à la présence de glucose.

» Quand on fait prendre à ces animaux (à n'importe quel moment, même lorsqu'ils sont à jeun) une dose, même faible, d'un sucre (par exemple 10g de saccharose), on observe un phénomène analogue à la *glycosurie alimentaire*. Mais la nature et la quantité du sucre qui passe dans les urines sont très différentes suivant le sucre ingéré. Nous avons étudié à ce point de vue les hexoses et les bioses, en examinant comparativement leur élimination chez les animaux normaux. Nous nous proposons de revenir sur ce sujet.

» Ces différents symptômes ont été également accusés chez les animaux ayant reçu du sang hépatotoxique chauffé à 55° pendant 20 minutes. Ils ont été plus marqués chez ceux qui ont reçu des injections de globules que chez ceux qui ont reçu des injections de sérum.

» En résumé, les troubles physiologiques, comme les lésions histologiques que présentent les chiens ayant reçu des injections de sang hépatotoxique, permettent d'affirmer la spécificité de son action. Après les injections de doses faibles, on constate, d'une part, des lésions indiquant la dégénérescence du foie, et du foie seulement, et, d'autre part, un phénomène analogue à la glycosurie alimentaire. »

ÉCONOMIE RURALE. — *Sur la maturation progressive des fromages*. Note de MM. **Lindet** et **Louis Ammann**, avec la collaboration de M. *Houdet*, présentée par M. Schlœsing.

« Nous nous sommes proposé dans le travail dont nous avons l'honneur de présenter un résumé à l'Académie, de suivre et de préciser par l'analyse les phénomènes chimiques qui caractérisent la maturation des fromages. Nous avons choisi comme types le camembert, le port-salut et le gruyère, dont les échantillons ont été spécialement préparés par M. Houdet, directeur de l'École nationale de laiterie de Mamirolle; nous lui exprimons ici toute notre gratitude.

» Le Mémoire qui renferme les méthodes d'analyse employées, ainsi que les résultats

numériques complets, paraîtra prochainement dans les *Annales de l'Institut national agronomique*.

» I. Dans les trois fromages étudiés, la transformation de la caséine en matières azotées solubles, et la transformation de celles-ci en ammoniaque et ammoniaques composées, phénomènes que M. Duclaux a si bien caractérisés, suivent une marche progressive. Ces transformations atteignent un niveau très élevé dans le camembert, beaucoup moins élevé dans le port-salut et le gruyère, ainsi que l'indique le Tableau suivant :

		Pour 100 de fromage humide, azote			Azote soluble pour 100 de l'azote total.	Azote ammoniacal pour 100 de l'azote soluble.
		total.	soluble.	ammoniacal.		
Camembert	23 mars..	2,22	0,18	traces	8,1	»
	1er avril..	2,35	0,49	0,022	20,8	4,5
	21 avril..	2,37	1,84	0,236	77,6	12,8
	27 avril..	2,32	2,00	0,284	86,1	14,2
Port-salut	23 mars..	3,85	0,23	traces	5,9	»
	1er avril..	3,87	0,59	0,009	15,3	1,5
	27 avril..	4,21	0,68	0,012	16,1	1,7
	11 mai...	4,11	0,83	0,019	20,2	2,3
Gruyère	23 mars..	4,08	0,15	traces	3,7	»
	1er avril..	4,05	0,33	0,005	8,1	1,5
	11 mai...	4,38	0,62	0,012	14,1	1,9
	18 juin...	4,38	0,66	0,024	15,1	3,6

» II. La solubilisation de la caséine est fonction de la quantité d'eau contenue dans la pâte; les couches intérieures sont toujours plus humides que les extérieures et c'est là que la caséine est le plus solubilisée :

		Eau.	Azote soluble pour 100 de l'azote total.
Camembert.	Couches extérieures	48,7	68,7
	Couche intérieure	53,3	88,0
Gruyère.	Couches extérieures	30,1	21,2
	Couche intérieure	37,4	25,8

» III. La solubilisation de la caséine est plus rapide dans les pâtes ammoniacales (camembert) que dans les pâtes acides (gruyère); un gruyère,

injecté d'ammoniaque aussitôt après sa fabrication, a fourni en effet une pâte dans laquelle la maturation a été plus active.

» IV. Dans un fromage mûr de camembert, dont les parties sont inégalement hydratées, la caséine solubilisée se répartit proportionnellement à la quantité d'eau, et forme, en se diffusant dans toutes les parties, une solution de même concentration, de même que deux solutions sucrées ou salines, mises en contact, parviennent à un équilibre de composition; le centre, contenant à la fois plus d'eau et plus de caséine que la périphérie, renferme moins de beurre pour 100 de pâte.

» V. L'état filant que prend la pâte de gruyère quand on la met dans l'eau chaude à 45°-50° ne vient pas d'une modification spéciale de la caséine, subie au cours de la maturation, mais de ce qu'elle est imprégnée d'acide; elle cesse d'être filante quand on ajoute à l'eau un peu d'ammoniaque, de même que la pâte du camembert, qui est alcaline, devient filante quand on l'additionne d'acide lactique.

» VI. La production d'ammoniaque aux dépens de la caséine solubilisée n'est pas proportionnelle à cette solubilisation, ainsi que l'indique la dernière colonne du premier Tableau; elle est beaucoup plus grande dans le camembert que dans les deux autres fromages.

» Cette production est toujours l'indice d'un état de dégradation avancée de la caséine; plus la pâte renferme d'ammoniaque, moins la caséine soluble précipite par la chaleur ou les réactifs faibles (acides ou alcalis étendus); la caséine du camembert précipite à peine par l'addition d'un acide, tandis que celle du gruyère donne, dans les mêmes conditions, de volumineux flocons; de même les couches extérieures d'un camembert, qui sont les plus ammoniacales, sont celles qui fournissent les solutions où les réactifs faibles donnent le moindre précipité.

» VII. Le fromage de camembert ne renferme pas d'acide lactique, même au début, mais de l'acide butyrique, provenant de la transformation rapide du lactose; cet acide n'est pas brûlé par les moisissures et reste constant pendant la maturation (de 0,09 à 0,07 pour 100 du fromage).

» VIII. La maturation du gruyère donne naissance à des quantités régulièrement croissantes d'acides volatils (de 0,08 à 0,64 pour 100 du fromage); nous avons, par leurs sels de zinc, caractérisé l'acide acétique, l'acide propionique et l'acide lactique; celui-ci passait pour fixe; nous montrons qu'il peut être entraîné par la vapeur d'eau.

» IX. La formation des acides volatils dans le gruyère marche paral-

lèlement à la production de l'ammoniaque, c'est-à-dire à la dégradation de la caséine.

» X. La matière grasse ne prend pas part à la maturation; le beurre n'est pas, comme on le croyait, saponifié par l'ammoniaque produite; les acides gras volatils ne proviennent pas de sa transformation : car un fromage de Gruyère, fait avec du lait complètement écrémé, donne autant d'acides gras volatils qu'un fromage témoin. »

OCÉANOGRAPHIE. — *Océanographie de la région des Açores.* Note de M. Thoulet.

« Les nombreuses données recueillies par le Prince de Monaco pendant ses diverses campagnes autour des Açores, tant à bord de l'*Hirondelle* que de la *Princesse-Alice*, données dont il a bien voulu me confier l'élaboration, permettent d'obtenir dès à présent une notion de diverses conditions océanographiques de cette remarquable région volcanique. En un nombre considérable de stations on a déterminé la profondeur, mesuré les températures, récolté des échantillons d'eaux et de fonds qui ont été analysés dans mon laboratoire de Nancy. On y a joint les renseignements provenant, dans certains cas, d'autres bâtiments, notamment le *Challenger*, les navires télégraphistes anglais et la canonnière portugaise l'*Açor*.

» Les résultats ont été représentés graphiquement sous forme de cartes, chacune se rapportant à une seule donnée particulière et teintée de façon à mettre en lumière le groupement des observations, quelle que fût leur espèce, ainsi que la conclusion à en tirer. Toutes les stations étant marquées, chaque document porte en quelque sorte avec lui l'indication de son degré de précision.

» 1. *Carte bathymétrique.* — Les courbes isobathes, à l'échelle du $\frac{1}{1000000}$, ont été tracées à 200^m, 500^m, 1000^m et ensuite, de 500^m en 500^m, jusqu'à 3500^m. Les sept îles orientales de l'archipel apparaissent comme les sommets d'un immense cratère en demi-cercle dont l'ouverture est tournée vers le sud. Le sol sous-marin est hérissé de pics aux flancs abrupts et de caldeiras, véritables cratères adventifs aux pentes rapides. Si l'on supprime par la pensée l'eau qui recouvre le lit marin, on verra que celui-ci possède une ressemblance frappante avec un paysage lunaire ou, pour prendre une image moins lointaine, avec les Champs Phlégréens, près de Naples.

» 2. *Carte de la distribution du calcaire sur le fond.* — Le carbonate de chaux des échantillons du fond a été évalué par dosage en poids de l'acide carbonique

67 analyses ont été exécutées. Sur la carte bathymétrique servant toujours de canevas, on a délimité et rendu plus visibles par des teintes plates colorées, de plus en plus intenses, cinq aires d'égale teneur en calcaire, de 0 à 5, de 5 à 25, de 25 à 50, de 50 à 75 et de 75 à 100 pour 100 de carbonate de chaux. D'une façon générale, la teneur en calcaire augmente avec la profondeur. Cette étude, qui touche à la genèse des roches sédimentaires anciennes, est d'un notable intérêt pour la Géologie.

» 3. *Carte de la distribution de la température au fond.* — On a reporté, sur la carte bathymétrique, trente-sept mesures thermométriques. On les a réparties en neuf aires isothermes. Ce document, outre son intérêt théorique, est d'une utilité spéciale pour la télégraphie sous-marine.

» 4. *Carte de la distribution de la température à* 1000^{m} *de profondeur.* — Cette feuille, très insuffisamment documentée aujourd'hui, permettra, lorsqu'elle aura été complétée par des mesures ultérieures, de se rendre compte de la marche des courants à cette profondeur de 1000^{m}, limite entre les eaux abyssales caractérisées par leur immobilité et la zone superficielle essentiellement mobile des eaux improfondes.

» 5. *Carte de la distribution de l'ammoniaque totale contenue dans les fonds.* — On admet que la matière organique contenue dans les fonds réagit par son ammoniaque sur le sulfate de chaux en dissolution dans les eaux marines pour donner naissance, par précipitation, à du carbonate de chaux. Peut-être ce précipité contribue-t-il à cimenter entre eux les débris incohérents des foraminifères calcaires tombés de la surface et amoncelés sur le fond. Ainsi se formerait le calcaire compact tel que nous le voyons dans les couches géologiques, autrefois fonds de mer et maintenant exondées. Quatre catégories ont été indiquées pour les diverses teneurs des fonds en ammoniaque. Celles-ci manifestent une extrême diversité de sorte que la loi de répartition, pour avoir chance d'être établie, exige l'étude d'un nombre d'échantillons plus considérable permettant de dégager l'influence locale. Il semble cependant que la richesse en ammoniaque soit plus grande près des côtes qu'au large et dans les fonds peu profonds que dans les fonds profonds.

» Le nombre de ces cartes, toutes exécutées sur le même canevas bathymétrique, d'une région maritime dont la superficie est sensiblement égale à celle de la France, sera certainement augmenté et peut l'être indéfiniment, chacune d'elles étant destinée à mettre en lumière un fait particulier unique. Cartes anciennes et cartes nouvelles, pour être de plus en plus perfectionnées, n'auront qu'à mettre en œuvre, d'une façon identique, tous les sondages qui seront faits ultérieurement dans la région. »

A 4 heures trois quarts l'Académie se forme en Comité secret.

COMITÉ SECRET.

La Section d'Économie rurale présente la liste suivante de candidats, à la place devenue vacante par le décès de M. *Duclaux* :

En première ligne. . . . . M. MAQUENNE.

En seconde ligne, par ordre alphabétique. MM. ANDRÉ.
BERTRAND (GABRIEL).
KUNCKEL D'HERCULAIS.
LINDET.
VIALA.

Les titres de ces candidats sont discutés.

L'élection aura lieu dans la prochaine séance.

La séance est levée à 5 heures un quart.

M. B.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

OUVRAGES REÇUS DANS LA SÉANCE DU 30 MAI 1904.

Association internationale des Académies. *Instruction générale pour les quatre rédacteurs du Catalogue des Œuvres de Leibniz,* rédigée par P. RITTER et A. RIVAUD. Paris, imp. Gauthier-Villars, s. d. [1904]; 1 fasc. in-4°.

Association internationale des Académies. *Instruction relative à la copie des manuscrits de Leibniz*. Paris, imp. Gauthier-Villars, s. d. [1904]; 2 feuilles in-4°.

Kaiserliche Akademie der Wissenschaften [von Wien]. *Bericht über den gegenwärtigen Stand der Verhandlungen, betreffend die internationale Handschriften-Verleihung* (abgeschlossen am 1. Mai 1904), von V. KARABACEK, Secretär der philosophisch-historischen Klasse der kais. Akademie der Wissenschaften. Vienne, imp. Adolf Holzhausen; 1 fasc. in-4°. (10 exemplaires.)

Traité de Zoologie concrète, par MM. YVES DELAGE, Membre de l'Institut, et EDGARD HÉROUARD; Leçons professées à la Sorbonne. Tome III : *Les Échinodermes;* avec

53 planches en couleurs et 565 figures dans le texte. Paris, Schleicher frères et Cie, 1903; 1 vol. in-8°. (Hommage des auteurs.)

L'année biologique. Comptes rendus annuels des travaux de Biologie générale, publiés sous la direction de M. YVES DELAGE, Membre de l'Institut; 7e année, 1902. Paris, Schleicher frères et Cie, 1903; 1 vol. in-8°. (Hommage de M. Y. Delage.)

Brèche osseuse près de Villefranche-de-Rouergue (Aveyron), par M. HIPPOLYTE MARLOT, s. l. n. d. [1903]; 1 fasc. in-8°. (Hommage de l'auteur.)

Théorie de la fonction ventriculaire du système cérébro-spinal, par HENRI VÉDIE. Paris, A. Maloine, 1904; 1 fasc. in-8°.

Compagnie des Chemins de fer du Midi. Assemblée générale des Actionnaires du 26 *avril* 1904, présidence de M. LÉON AUCOC. *Rapport du Conseil d'administration, résolutions de l'Assemblée.* Paris, imp. Buttner-Thierry et Cie, 1904; 1 fasc. in-4°.

Annales de la Société d'Agriculture, Industrie, Sciences, Arts et Belles-Lettres du département de la Loire; 2e série, t. XXIV, année 1904, 1re livraison, janvier-mars. Saint-Étienne, imp. J. Thomas et Cie; 1 fasc. in-8°.

Recherches sur les jeunes Palmiers, par HENRI MICHEELS. (Extr. du Tome LI des *Mémoires couronnés et Mémoires des savants étrangers,* pub. par l'Académie royale des Sciences, des Lettres et des Beaux-Arts de Belgique, 1889.) Liége, Marcel Nierstrasz, 1889; 1 fasc. in-4°. (Adressé en hommage par l'auteur, à l'appui d'une réclamation de priorité.)

Recherches d'anatomie comparée sur les axes fructifères des Palmiers, par HENRI MICHEELS. Bruxelles, A. Manceaux; Paris, G. Masson, 1893; 1 fasc. in-4°. (Hommage de l'auteur.)

Fondation Teyler. Catalogue de la Bibliothèque, par G.-C.-W. BOHNENSIEG; t. III: *Sciences mathématiques et naturelles,* 1888-1903. Harlem, Héritiers Loosjes, 1904; 1 vol. in-4°.

Report made to the Solar physics Committee, by Sir NORMAN LOCKYER, *upon the work done in the Solar physics Observatory, South Kensington, from* 1st *january to* 31st *december,* 1903; 1 fasc. in-8°.

R. Istituto tecnico superiore di Milano. Programma, anno 1903-1904. Milan, 1904; 1 fasc. in-4°.

Imperial University of Tokyo. The calendar 2563-2564 (1903-1904). Tokio, Z.-P. Maruya, 1904; 1 vol. in-8°.

The Institution of mechanical Engineers. List of Members 16th *march* 1904, *articles and by-laws.* Londres, 1904; 1 vol. in-8°.

Report of the New York meteorological Observatory of the department of Parks, for the year 1904, january-march, DANIEL DRAPER, Director. New-York, 1904; 1 fasc. in-4°.

Anales del Instituto y Observatorio de Marina de San Fernando, pub. por el Director Don TOMAS DE AZCARATE; seccia 2a: *Observaciones meteorologicas, magneticas y seismicas, ano* 1903. San-Fernando, 1904; 1 fasc. in-4°.

OUVRAGES REÇUS DANS LA SÉANCE DU 6 JUIN 1904.

Étude sur les résonances dans les réseaux de distribution par courants alternatifs, par G. CHEVRIER. Paris, édité par l'*Éclairage électrique*, s. d.; 1 fasc. in-8°.

Des animaux nuisibles et des différents moyens de les détruire radicalement. Paris, Ch. Noblet et fils, 1904; 1 vol. in-12.

Radium, radioactive substances and aluminium with experimental research of the same, by MYRON METZENBAUM. (Extr. de *The Cleveland medical Journal*, mai 1904.) 1 fasc. in-8°.

The specific heats of metals and the relation of specific heat to atomic weight; part III, by W.-A. TILDEN. (Extr. de *Phil. Trans.*, A, vol. CCIII, 1904, p. 139-149.) 1 fasc. in-4°.

Cultural experiments with « Biologic forms » of the « Erysiphaceæ », by ERNEST-S. SALMON. (Extr. de *Phil. Trans.*, B, vol. CXCVII, 1904, p. 107-122.) 1 fasc. in-4°.

Experimental researches on vegetable assimilation and respiration. III. *On the effect of temperature on carbon-dioxide assimilation*, by GABRIELLE-L. C. MATTHAEI. (Extr. de *Phil. Trans.*, B, vol. CXCVII, 1904, p. 47-105.) 1 fasc. in-4°.

Éphémérides sismiques et volcaniques, par F. DE MONTESSUS DE BALLORE; n° 12, novembre 1903. (Extr. de la Revue *Ciel et Terre*, 24e année.) Bruxelles, 1903; 1 fasc. in-8°.

Over de omzetting van zwavel in ijzer, dor M.-E. SCHUYTEN. Anvers, J.-E. Buschmann, 1904; 1 fasc. in-8°.

Le illusioni ottiche, nelle figure planimetriche, per A. PEGRASSI. Turin, Fratelli Bocca, 1904; 1 vol. in-8°.

The inner light, by A. JUSTIN TOWNSEND. Lynn, Mass., 1904; 1 fasc. in-8°.

Republica de Chile. La Cordillera de los Andes entra los latitudes 30°40′ *i* 35° *S*; trabajos i estudios de la segunda sub-comision chilena de limites con la Republica Argentina, LUIS RISO PATRON, injeniero-jefe; con graficos, mapas i fotograbados. Santiago du Chili, 1903; 1 vol. in-4°.

Sitzungsberichte der königl. preussisch. Akademie der Wissenschaften, I-XXIV, 7 januar-28 april 1904. Berlin, 14 fasc. in-4°.

Abhandlungen der königl. preussisch. Akademie der Wissenschaften, aus dem Jahre 1903; mit 5 Tafeln. Berlin, 1903; 1 vol. in-4°.

OUVRAGES REÇUS DANS LA SÉANCE DU 13 JUIN 1904.

Traité élémentaire de Chimie organique, par M. BERTHELOT, Membre de l'Institut, et E. JUNGFLEISCH; 4e édition, avec de nombreuses figures; revue et considérablement augmentée. Tome II. Paris, Vve Ch. Dunod, 1904; 1 vol. in-8°. (Hommage des Auteurs.)

Leçons élémentaires sur la théorie des groupes de transformations, professées à l'Université de Messine par G. VIVANTI, traduites par A. BOULANGER. Paris, Gauthier-Villars, 1904; 1 vol. in-8°. (Hommage du Traducteur.)

Les instruments de précision en France, Conférence faite au Conservatoire des Arts et Métiers le 15 mars 1903, par MAURICE D'OCAGNE; nouveau tirage illustré. Paris, Gauthier-Villars, 1904. (Hommage de l'Auteur et de l'Editeur.)

République Argentine : son présent, son avenir. Port du Rosario, par GEORGES HERSENT. (*Mémoires publiés par la Société d'encouragement pour l'Industrie nationale,* année 1904, n° 2.) Paris, au siège de la Société; 1 fasc. in-4°.

Atlas universel de Marks, publié par Z.-J. PETRI et J.-M. CHOKALSKI; fascicule 5. Saint-Pétersbourg, 1904; 1 fasc. in-f°. (Présenté par M. Grandidier. Hommage des Auteurs.)

Radio-activity; an elementary treatise, from the standpoint of the disintegration theory, by FREDK. SODDY; with forty illustrations. Londres, The Electrician printing C°, 1904. (Hommage des Editeurs.)

(*A suivre.*)

ERRATA.

(Séance du 13 juin 1904.)

Note de MM. *André Broca* et *Turchini,* Sur les formes de l'éclairage de haute fréquence entre fils de platine de faible diamètre :

Page 1489, première ligne du titre de la Note, *au lieu de* l'éclairage, *lisez* la décharge.

N° 25.

TABLE DES ARTICLES. (Séance du 20 juin 1904.)

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS
DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

NOMINATIONS.

MÉMOIRES PRÉSENTÉS.

CORRESPONDANCE.

N° 25.

SUITE DE LA TABLE DES ARTICLES.

COMITÉ SECRET.

PARIS. — IMPRIMERIE GAUTHIER-VILLARS,
Quai des Grands-Augustins, 55.

Le Gérant : GAUTHIER-VILLARS.

1904

PREMIER SEMESTRE.

COMPTES RENDUS

HEBDOMADAIRES

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES

PAR MM. LES SECRÉTAIRES PERPÉTUELS.

TOME CXXXVIII.

N° 26 (27 Juin 1904).

PARIS,

GAUTHIER-VILLARS, IMPRIMEUR-LIBRAIRE

DES COMPTES RENDUS DES SÉANCES DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES,

Quai des Grands-Augustins, 55.

1904

RÈGLEMENT RELATIF AUX COMPTES RENDUS

ADOPTÉ DANS LES SÉANCES DES 23 JUIN 1862 ET 24 MAI 1875

Les *Comptes rendus hebdomadaires des séances de l'Académie* se composent des extraits des travaux de ses Membres et de l'analyse des Mémoires ou Notes présentés par des savants étrangers à l'Académie.

Chaque cahier ou numéro des *Comptes rendus* a 48 pages ou 6 feuilles en moyenne.

26 numéros composent un volume.

Il y a deux volumes par année.

ARTICLE 1er. — *Impression des travaux de l'Académie.*

Les extraits des Mémoires présentés par un Membre ou par un associé étranger de l'Académie comprennent au plus 6 pages par numéro.

Un Membre de l'Académie ne peut donner aux *Comptes rendus* plus de 50 pages par année.

Toute Note manuscrite d'un Membre de l'Académie ou d'une personne étrangère ne pourra paraître dans le *Compte rendu* de la semaine que si elle a été remise le jour même de la séance.

Les Rapports ordinaires sont soumis à la même limite que les Mémoires; mais ils ne sont pas compris dans les 50 pages accordées à chaque Membre.

Les rapports et Instructions demandés par le Gouvernement sont imprimés en entier.

Les extraits des Mémoires lus ou communiqués par les Correspondants de l'Académie comprennent au plus 4 pages par numéro.

Un Correspondant de l'Académie ne peut donner plus de 32 pages par année.

Les *Comptes rendus* ne reproduisent pas les discussions verbales qui s'élèvent dans le sein de l'Académie; cependant, si les Membres qui y ont pris part désirent qu'il en soit fait mention, ils doivent rédiger, séance tenante, des Notes sommaires, dont ils donnent lecture à l'Académie avant de les remettre au Bureau. L'impression de ces Notes ne préjudicie en rien aux droits qu'ont ces Membres de lire, dans les séances suivantes, des Notes ou Mémoires sur l'objet de leur discussion.

Les Programmes des prix proposés par l'Académie sont imprimés dans les *Comptes rendus*, mais les Rapports relatifs aux prix décernés ne le sont qu'autant que l'Académie l'aura décidé.

Les Notices ou Discours prononcés en séance publique ne font pas partie des *Comptes rendus*.

ARTICLE 2. — *Impression des travaux des Savants étrangers à l'Académie.*

Les Mémoires lus ou présentés par des personnes qui ne sont pas Membres ou Correspondants de l'Académie peuvent être l'objet d'une analyse ou d'un résumé qui ne dépasse pas 3 pages.

Les Membres qui présentent ces Mémoires sont tenus de les réduire au nombre de pages requis. Le Membre qui fait la présentation est toujours nommé; mais les Secrétaires ont le droit de réduire cet Extrait autant qu'ils le jugent convenable, comme ils le font pour les articles ordinaires de la correspondance officielle de l'Académie.

ARTICLE 3.

Le *bon à tirer* de chaque Membre doit être remis à l'Imprimerie le mercredi au soir, ou, au plus tard, le jeudi à 10 heures du matin; faute d'être remis à temps, le titre seul du Mémoire est inséré dans le *Compte rendu* actuel, et l'extrait est renvoyé au *Compte rendu* suivant et mis à la fin du cahier.

ARTICLE 4. — *Planches et tirage à part.*

Les *Comptes rendus* ne contiennent ni planches, ni figures.

Dans le cas exceptionnel où des figures seraient autorisées, l'espace occupé par ces figures comptera pour l'étendue réglementaire.

Le tirage à part des articles est aux frais des auteurs; il n'y a d'exception que pour les Rapports et les Instructions demandés par le Gouvernement.

ARTICLE 5.

Tous les six mois, la Commission administrative fait un Rapport sur la situation des *Comptes rendus* après l'impression de chaque volume.

Les Secrétaires sont chargés de l'exécution du présent Règlement.

Les Savants étrangers à l'Académie qui désirent faire présenter leurs Mémoires par MM. les Secrétaires perpétuels sont priés de les déposer au Secrétariat au plus tard le Samedi qui précède la séance, avant 5h. Autrement la présentation sera remise à la séance suivante.

ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 27 JUIN 1904,

PRÉSIDENCE DE M. MASCART.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

CHIMIE. — *Recherches sur le cyanogène : solubilités et polymérisation;* par M. BERTHELOT.

« En poursuivant l'étude des analogies du cyanogène avec les éléments halogènes, j'ai été conduit à faire des observations qui jettent un jour nouveau sur les condensations et polymérisations de ce corps intéressant, susceptible d'être envisagé soit comme un radical composé, soit comme un nitrile, c'est-à-dire, à l'un et l'autre point de vue, comme un corps incomplet, non saturé, apte à se combiner par addition soit avec d'autres corps, soit avec lui-même (polymérisation), et à fixer les éléments de l'eau, de l'alcool, de divers sels, etc., en formant des composés où le carbone est de plus en plus condensé; tous ces phénomènes étant corrélatifs de la réserve d'énergie emmagasinée par le radical et de son aptitude à dégager de la chaleur dans une multitude de transformations. Telle est, comme je l'ai montré, la clef thermochimique qui règle le mécanisme des phénomènes confondus sous les noms vagues et mal définis de catalyse ou actions de présence, phénomènes que le cyanogène manifeste, comme je vais le montrer, au plus haut degré.

» Commençons par l'étude de l'action des dissolvants, ou corps réputés tels, sur le cyanogène.

» La solubilité des gaz dans les dissolvants est régie par des lois bien connues, qui la ramènent soit à des conditions purement physiques (pression, température, coefficient de solubilité); soit à ces conditions jointes avec l'étude des combinaisons définies entre le gaz et le dissolvant, les

unes stables à la température ordinaire, les autres plus ou moins facilement dissociables par l'effet des variations de pression et de température.

» Toutes les expériences qui suivent ont été exécutées avec le mercure sans le contact de l'air. Le mercure n'a pas été attaqué.

» 1. *Eau.* — En examinant la solubilité du cyanogène dans l'eau, j'ai rencontré des anomalies singulières.

» Au début, le cyanogène pur étant agité avec l'eau ($7^{cm^3},2$) à une température voisine de 20°, la solubilité croît d'abord peu à peu avec le temps. Au bout de 2 heures, 1^{vol} d'eau en avait dissous à saturation $3^{vol},50$, valeur inférieure à l'ancien chiffre $4^{vol},5$ donné dans les Manuels.

» On a poursuivi en ajoutant de temps à autre du cyanogène, afin qu'il y eût un excès de ce gaz non dissous, au moins dans les premiers moments.

» Au bout de 24 heures, avec agitation intermittente, la solubilité s'élève à $4^{vol},67$, le liquide commençant à se teinter en jaune.

	vol
Après 8 heures........................	5,20
Après 72 heures........................	8,00
Après 96 heures........................	9,7

» On a cessé alors d'ajouter du cyanogène.

» L'expérience ayant été poursuivie ensuite jusqu'à l'absorption presque complète de ce gaz (77^{cm^3}), le résidu n'en renfermait plus qu'une trace; mais il contenait $7^{cm^3},6$ d'acide carbonique et $0^{cm^3},4$ d'azote, ce dernier préexistant dans le gaz et l'eau employés.

» Pour vérifier la proportion de cyanogène dans un gaz de ce genre, on mesure d'abord sur une fraction l'absorption totale par la potasse ($Cy + CO^2$); puis on ajoute à une autre fraction du gaz tonnant contenant un excès d'oxygène; on opère la combustion; on dose de nouveau l'acide carbonique, puis l'oxygène, qui doit être excédant, et l'on calcule la différence entre les deux dosages d'acide carbonique.

» Il résulte des constatations que la liqueur aqueuse, au bout de quelque temps, ne saurait plus être regardée comme renfermant une dose notable de cyanogène dissous simplement; car l'atmosphère gazeuse superposée aurait dû contenir alors ce gaz en proportion considérable.

» Ces observations sont conformes aux faits connus, relativement à la décomposition lente des dissolutions aqueuses de cyanogène. Ils montrent que cette décomposition commence à s'opérer dès le début et devient rapidement complète, ou à peu près. Elle ne résulte pas dès lors d'une simple

hydratation, comme l'atteste la transformation d'un vingtième environ du carbone du gaz en acide carbonique. La décomposition se poursuivrait sur des proportions indéfinies de cyanogène successivement ajouté, comme le montrent les expériences que je vais maintenant exposer. En tout cas, on ne saurait définir ainsi une solubilité normale et purement physique du cyanogène dans l'eau pure.

» 2. *Alcool absolu.* — On opère sur $4^{cm^3},6$ d'alcool, vers la température de 20°.

» La dissolution de cyanogène dans l'alcool a été d'abord immédiate, jusque vers le moment où un volume d'alcool en avait dissous 26 volumes. Au cours des additions successives, elle s'est poursuivie dans l'espace de 4 heures jusque vers 39 volumes; en même temps la liqueur se colore en brun de plus en plus.

» Après 48 heures et des additions successives, 89 volumes, sans absorption complète tout d'abord. Après 4 jours, 225 volumes. Un peu plus d'un litre de cyanogène avait été absorbé et il restait seulement 2^{cm^3} d'azote. La liqueur ne contenait plus de cyanogène libre.

» J'ai arrêté l'expérience, qui semblait susceptible d'être poursuivie indéfiniment. Il s'était formé un précipité brun et un liquide doué d'une odeur forte et repoussante, analogue à celle des carbylamines et des éthers cyanhydriques.

» Par l'action de l'eau, on a séparé la matière insoluble et la matière soluble. Toutes deux renfermaient des produits odorants et volatils en proportion notable. En outre, la matière insoluble, séchée à l'étuve à 110°, perd continuellement de son poids (un quart environ en 2^h30^m); par suite d'une dissociation, qui élimine peu à peu une portion volatile.

» Le poids restant représentait à peu près les deux tiers de celui du cyanogène mis en œuvre.

» Voici l'analyse des deux produits fixes, qui subsistaient après passage à l'étuve :

	Insoluble.		Soluble.	
	Composition centésimale.	Rapports atomiques.	Composition centésimale.	Rapports atomiques.
C	40,8	5	43,4	3,7
H	4,6	6,7	4,9	2,9
Az	43,0	4,4	36,1	2,6
O	11,6	1	15,6	1

» On voit que les deux produits ont fixé les éléments de l'eau. Le rap-

port du carbone à l'azote étant supérieur à l'unité montre qu'il y a eu également fixation d'une certaine dose de cet élément empruntée à l'alcool. Ces fixations accompagnent un phénomène de polymérisation, ou plutôt de condensation moléculaire provoquée par la présence de l'alcool et simultanée avec la fixation de ce composé.

» En tous cas, le cyanogène étant détruit continuellement et, en apparence, d'une façon indéfinie, il ne saurait à aucun moment s'agir d'une solubilité proprement dite, à coefficient bien déterminé.

3. *Acide acétique cristallisable* : $C^3H^4O^2$. — La dissolution du cyanogène dans l'acide acétique a donné lieu à des observations d'un caractère mixte. Absorption immédiate, 42^{vol} de gaz pour 1^{vol} de liquide; puis 49^{vol} et $50^{vol},5$ après 3 jours. Elle est alors demeurée à peu près stationnaire, sauf de légères oscillations, attribuables aux variations de pression et de température. Le liquide est incolore et renferme de grandes quantités de cyanogène libre, déplaçable par une diminution de pression, ou par l'agitation avec de l'azote pur. Mais il contient aussi une certaine dose, faible d'ailleurs, de matière polymérisée, fixe et carbonisable par la chaleur.

» 4. Le *chloroforme* a dissous d'abord 19^{vol} (pour 1^{vol} de liquide) environ de cyanogène; mais, avec le temps, cette proportion s'est élevée vers 29^{vol} à 30^{vol} et est restée stationnaire. Le liquide contenait du cyanogène libre.

» 5. La *benzine* s'est comportée d'une façon analogue, l'écart entre l'absorption initiale et l'absorption finale (28^{vol} pour 1^{vol} de liquide) étant peut-être explicable par la lenteur de la saturation. Peut-être aussi se forme-t-il peu à peu quelque combinaison peu stable, analogue aux hydrates des gaz (?)

» 6. Avec le *térébenthène* (rectifié d'une façon extemporanée) l'écart (9^{vol} et 10^{vol} pour 1^{vol} de liquide) ne surpasse pas les variations attribuables aux changements de température et de pression.

» Toutes ces expériences ont été faites sur la cuve à mercure, ce métal n'ayant pas été attaqué.

» D'après leurs résultats, on voit qu'avec les deux derniers liquides, et même avec le térébenthène, on se rapproche des lois normales d'une solubilité physique; tandis qu'avec l'eau et l'alcool on a affaire à une polymérisation, qui détruit à mesure plus ou moins vite le corps dissous.

» Nous allons retrouver des effets analogues et mieux caractérisés en présence du cyanure de potassium. »

CHIMIE. — *Recherches sur le cyanogène et sur sa réaction à l'égard du cyanure de potassium*, par M. **Berthelot**.

« On connaît la réaction que les éléments halogénés, l'iode et le brome notamment, exercent sur les sels alcalins et alcalino-terreux dérivés de leur première combinaison avec les métaux correspondants; réaction d'autant plus nette que la première chaleur de combinaison de l'élément halogène a été plus faible :

$K + Br$ gaz : $+ 99^{Cal},3$; $K + I$ gaz : $+ 87^{Cal},0$; $K + Cy$ gaz $= + 67^{Cal},1$.

» Les triiodures, notamment, sont des composés bien définis. De là la pensée de rechercher l'existence des polycyanures. Je ne les ai pas obtenus; mais l'aptitude du cyanogène à former des combinaisons plus condensées s'est manifestée d'une manière frappante par des phénomènes de polymérisation, corrélatifs de la grande réserve d'énergie accumulée dans la formation, par ses éléments, de ce radical endothermique.

» Voici les faits :

» J'ai opéré avec le cyanure de potassium à diverses concentrations, dissous dans l'eau et dans l'alcool; avec ce même cyanure déjà combiné à l'état de cyanure double (cyanoferrure), ou bien encore décomposé en majeure partie avec équilibre et partage par l'action d'un acide faible. Toutes les expériences ont été faites sur le mercure, sans le contact de l'air; le mercure n'est pas attaqué.

» 1. *Cyanure de potassium :* $9^g,3 = 1^l$. — J'ai opéré sur le mercure, par addition successive de cyanogène pur. L'absorption de ce gaz est rapide, vers 20°. Il est détruit rapidement, et en même temps que la liqueur se colore fortement, avec production d'un précipité brun.

» Le premier jour la liqueur en avait absorbé 19 fois son volume; au bout de 9 jours : 77 volumes. En poids, pour KCy, il a été absorbé 47 Cy : KCy + 47 Cy, et l'action n'était pas épuisée.

» Le cyanure de potassium possède donc la propriété de polymériser une quantité indéfinie de cyanogène. Mais il disparaît lui-même simultanément, comme je le montrerai tout à l'heure. Au cours de cette expérience, comme dans les condensations en présence de l'eau, il s'est formé une proportion notable d'acide carbonique,

» 2. *Cyanure de potassium concentré* : $542^g = 1^l$. — En 2 jours la liqueur a absorbé 156 fois son volume, à la suite d'additions successives. L'action est loin d'être épuisée : mais la liqueur est changée en une masse pâteuse, qui se prête mal à la poursuite de l'expérience. A ce moment, 1^{mol} de cyanure a absorbé 1,46 Cy, soit KCy + 1,46 Cy en présence de 4,7 H^2O, sans que la limite soit atteinte.

» On a séparé par des lavages la matière soluble dans l'eau de la matière insoluble, toutes deux brunes et amorphes; la matière insoluble, peu abondante, n'a pas été recueillie.

» La matière soluble, séchée à 110°, pesait $1^g,039$, poids supérieur à la somme du cyanure de potassium, 0,542 et du cyanure absorbé, 0,317, en tout 0,859. Il y a donc eu fixation de 0,180 + x, x étant la matière insoluble et les produits volatilisables à 110°. Cet excès représente au moins 1,3 H^2O pour KCy employé. La polymérisation du cyanogène est donc accompagnée par la fixation des éléments de l'eau; j'ajouterai par sa combinaison avec le cyanure de potassium qui disparaît, comme il va être dit.

» 3. *Cyanure de potassium* (de concentration moyenne, $93^g,6 = 1^l$). — La liqueur absorbe immédiatement 79 fois son volume de cyanogène. Par additions successives, en 1 jour, 100^{vol}. Au bout de 13 jours, 234^{vol}. Puis l'absorption se ralentit de plus en plus, mais rien n'en faisait prévoir le terme lorsque l'on a mis fin à l'expérience. A ce moment, le rapport entre le cyanure initial et le cyanogène fixé était KCy + 14 Cy. Il s'était formé environ $0^g,040$ de CO^2 gaz pour $0^g,1076$ de KCy mis en œuvre; ce qui ferait environ $\frac{1}{2}CO^2$ par KCy; mais ce gaz peut provenir en grande partie du cyanogène. Aucun autre gaz ne s'est manifesté.

» En résumé :

	Matière finale.		Matière initiale.
Produits fixes, solubles dans l'eau.......	$0^g,553$	KCy..........	$0^g,108$
Produits insolubles....................	0,499	Cy............	0,618
Pertes par volatilité ou défaut de récolte .	x		0,726
	1,052 + x		

» Accroissement de poids : sur l'ensemble : $0^g,326 + x$; sur la partie soluble composée de cyanure alcalin : $0^g,445$.

» Rapports calculés pour la fixation d'eau :

$$KCy + 14\,Cy + 11\,H^2O.$$

» La matière soluble fournit une liqueur orangée, dont l'évaporation laisse déposer continuellement des flocons. Il reste une substance saline, jaune, amorphe, ne contenant ni cyanures, ni mercure, et renfermant environ les 90 centièmes du potassium.

Analyse des produits séchés à 110°.

	Matière insoluble.			Matière soluble.		
	En centièmes.	Rapports atomiques.		En centièmes.	Rapports atomiques.	
C	31,0	3	C	25,2	2,1	16
H	3,2	3,5	H	4,1	4,1	30
Az	35,6	3	Az	25,7	1,84	14
O	28,2	2	O	32,1	2,0	15
Cendres	2,0		K^2O	12,9 (1)	1,37	1

» Les rapports pour la *matière insoluble* seraient voisins de $3Cy + 2H^2O$.

» Pour la *matière soluble*, on trouverait environ les rapports empiriques. $16(Cy + H^2O) + (K^2O - H^2O)$, avec un déficit d'un huitième sur l'azote (élimination d'ammoniaque et corps volatils).

» Le rapport atomique du carbone à l'alcali minéral est à peu près dodécuple dans la matière insoluble, ce qui correspondrait à une condensation beaucoup plus grande du cyanogène; conformément à ce que l'on observe pour les composés humiques insolubles comparés à leurs molécules génératrices.

» Quoi qu'il en soit, il résulte de ces chiffres que plusieurs molécules de cyanogène se sont associées à une molécule de cyanure de potassium; de façon à constituer des sels complexes, probablement multiples, mais dont la condensation rappelle en tout cas celle des rhodizonates et croconates dérivés de l'oxyde de carbone.

» 4. *Ferrocyanure de potassium:* $1^{mol}(FeCy^2 4KCy) = 2^{lit}$. — On opère sur le mercure. Cette liqueur absorbe lentement le cyanogène et se colore peu à peu en brun. Au bout de 3 jours, on y voit apparaître un précipité brun. Après 9 jours, la liqueur a absorbé 85 volumes de cyanogène. A ce moment, le résidu gazeux est formé de cyanogène et d'acide carbonique, à volumes à peu près égaux. Mais, après 21 jours, tout le cyanogène a disparu, avec production d'une nouvelle dose d'acide carbonique. En tout $0^g,020$ de CO^2 environ pour 1 centimètre cube de liqueur initiale.

(1) Cendres : 18,9; CO^3K^2, d'après une analyse spéciale.

» 1 molécule du sel (renfermant 4 KCy) a absorbé ainsi 14 Cy. L'action n'était pas épuisée.

» Ces phénomènes correspondent à la réaction du cyanure alcalin, atténuée par sa combinaison avec le cyanure de fer, et répondant à une certaine dissociation du sel double.

» 5. *Cyanure de potassium et acide acétique étendus suivant les rapports* $KCy + C^2H^4O^2$. — 1 litre renfermait $31^g,2$ KCy. La liqueur absorbe du cyanogène et brunit peu à peu. En 5 jours, l'absorption s'élève seulement à KCy + 2,5 Cy. Après 2 semaines, disparition totale du cyanogène et formation d'un peu d'acide carbonique.

» 6. *Cyanure de potassium dissous dans l'alcool à 85 degrés :*

$$10^g,7\, KCy = 1 \text{ litre}.$$

Absorption très rapide de cyanogène, avec coloration en brun et précipité. Au bout de 1 heure et demie, la liqueur a absorbé 185 fois son volume de cyanogène. En 7 jours (additions successives), 356 volumes.

» Rapports KCy + 181 Cy. Ce rapport est comparable à celui de l'alcali au cyanogène générateur, dans la matière insoluble, obtenu plus haut avec le cyanure de potassium et l'eau. La réaction se poursuit d'ailleurs indéfiniment.

» Matières employées :

KCy	$0^g,026$
Cyanogène	$1^g,892$
	$1^g,918$

» Dans cette expérience, comme dans la réaction du cyanogène sur l'alcool seul, il s'est formé des composés volatils assez abondants, dérivés complexes de la molécule alcoolique.

» Je n'ai pas cru utile de pousser plus loin ces essais, en raison du problème spécial auquel je m'étais attaché. En effet, ils concourent à mettre en évidence l'extrême aptitude du cyanogène à former des produits polymérisés et condensés, dont la progression est indéfinie, et qui résultent de son association avec les corps réputés propres à le dissoudre; tels que l'eau, l'alcool, le cyanure de potassium.

» Cette aptitude correspond, je le répète, au caractère incomplet et

endothermique (¹) de la molécule de ce nitrile jouant le rôle de radical composé. Les produits polymérisés sont susceptibles ensuite de réactions secondaires, qui engendrent les corps multiples, observées autrefois dans les dissolutions aqueuses de cyanogène et d'acide cyanhydrique.

» Ces propriétés sont analogues à celles de l'acétylène, générateur direct des carbures pyrogénés, par polymérisations et combinaisons successives.

» Le rôle même des agents qui déterminent les transformations du cyanogène peut, comme il arrive dans la plupart des actions de présence, être comparé soit à celui des déterminants des tranformations de l'eau oxygénée, soit des agents d'hydratation des glucosides, des glycérides, des éthers, des amides (²) et être assimilé à celui des ferments, rôle indépendant des actions vitales, comme je le faisais observer il y a un demi-siècle (³).

» L'eau, l'alcool, le cyanure de potassium surtout déterminent ainsi la destruction d'un nombre indéfini de molécules de cyanogène, en concourant d'ailleurs eux-mêmes à la formation de produits nouveaux, dont l'évolution complexe rappelle celle des digestions physiologiques et des putréfactions. Il n'est pas jusqu'au cyanogène, mis en présence des dissolvants, qui ne joue en quelque sorte le rôle de son propre ferment. L'un des principaux caractères de tous ces phénomènes résulte de leur mécanisme thermochimique (⁴); en effet, les systèmes moléculaires envisagés ici se modifient en vertu de leurs énergies internes, qui fournissent les ressources nécessaires pour accomplir les travaux chimiques de leurs métamorphoses. »

CHRONOGRAPHIE. — *Sur la distribution de l'heure à distance, au moyen de la télégraphie électrique sans fil.* Note de M. G. **Bigourdan.**

« Plusieurs villes ont fait installer des appareils qui distribuent la même heure dans tous les quartiers. A Paris, par exemple, quinze horloges, reliées

---

(¹)

$C^2 + Az^2$	$= C^2Az^2$ gaz absorbe	....	$-73{,}9$ Cal
$C^2 + H^2$	$= C^2H^2$ gaz »	....	$-58{,}1$
$C + H + Az$	$= CHAz$ gaz »	....	$-30{,}5$

(²) *Chimie organique fondée sur la synthèse,* t. II, p. 589 et suiv.

(³) *Chimie organique fondée sur la synthèse,* t. II, p. 534 et suiv.; *action de contact*, p. 571 et suiv.; *fermentations,* p. 617, etc.

(⁴) *Essai de Mécanique chimique,* t. II, p. 28 et suiv.; p. 453 et suiv.

à l'Observatoire par des fils électriques, sont disséminées dans les divers arrondissements et donnent partout l'heure de notre premier méridien.

» En raison même des circuits qu'il a été nécessaire d'établir, ce système est coûteux et d'un usage limité. Ces inconvénients peuvent être beaucoup atténués aujourd'hui par la télégraphie électrique sans fil, dont l'emploi permet de simplifier considérablement l'envoi de l'heure à distance : j'ai fait dans cette voie quelques essais (1) que je me propose de faire connaître.

» Une horloge directrice, ouvrant un contact électrique à chaque seconde, commande un relais qui, à son tour, lance un courant dans le circuit primaire d'une bobine d'induction munie d'un oscillateur; le circuit induit de cette bobine fournit ainsi une décharge oscillante de durée très courte qui éclate régulièrement à chaque seconde.

» Les deux pôles du fil fin de la bobine sont reliés, l'un à la terre, l'autre à une antenne de quelques mètres : par le moyen de cette antenne les étincelles commandent à distance des récepteurs d'ondes électriques, et ainsi tous ces récepteurs battent, à un intervalle constant près, chaque seconde de la pendule directrice.

» J'ai essayé deux récepteurs différents; le plus simple est un radiotéléphone du système Popoff-Ducretet : on y entend très nettement chaque seconde battue par la pendule directrice. Le second, qui est inscripteur, se compose d'un poste récepteur ordinaire de télégraphie sans fil; pour avoir des signaux plus nets j'y ai parfois remplacé le récepteur Morse par un chronographe à bande et à plume : avec ce chronographe, qui débite environ 1^{cm} de bande par seconde, les signaux obtenus sont bien nets, et l'heure de chacun d'eux peut être relevée à $\frac{2}{100}$ ou $\frac{3}{100}$ de seconde près.

» Quoique les moyens employés dans ces essais fussent bien modestes, on obtenait une très bonne transmission dans une station éloignée de 2^{km}; et certainement on aurait pu aller à une distance notablement plus grande s'il avait été facile d'y installer des appareils de réception. Aussi nous paraît-il hors de doute qu'avec des moyens peu coûteux on pourrait distribuer ainsi l'heure dans tous les points de Paris et même de la banlieue.

» Pour numéroter les minutes et secondes, on conviendrait de commencer les émissions à la seconde zéro de telle minute et de faire des interruptions, par exemple de 10 en 10 secondes. D'ailleurs, pour la minute il

(1) J'ai pu faire ces essais grâce à l'obligeance d'un constructeur bien connu, M. Ducretet, qui m'a prêté une bonne partie des appareils nécessaires; je suis heureux de lui offrir tous mes remercîments, ainsi qu'à M. Roger, son ingénieur.

ne saurait y avoir d'erreur, car lorsqu'on a besoin de l'heure exacte on dispose généralement de garde-temps qui ne laissent aucune incertitude de plus de quelques secondes.

» Il est inutile d'insister sur les avantages que présenterait cette distribution de l'heure, non seulement pour les usages de la vie courante, mais surtout au point de vue scientifique et industriel : par ce moyen, les laboratoires, les établissements scientifiques en général, les horlogers, les constructeurs d'instruments de précision, etc., pourraient, sans déplacement, avoir l'heure avec la plus grande exactitude.

» Parmi les opérations scientifiques appelées à bénéficier immédiatement de ce mode de transmission de l'heure, on peut citer les déterminations de l'intensité de la pesanteur avec le pendule et même les déterminations de longitudes, surtout quand la portée de la télégraphie sans fil aura été augmentée.

» Pour les usages courants, la précision demandée ne dépasse pas $0^s,3$ à $0^s,4$ et, comme il est relativement facile de maintenir au-dessous de cette quantité la correction d'une pendule, celle-ci servirait à distribuer l'heure qui serait dite *sans correction*. Mais, quand on voudrait la plus haute précision, on ferait distribuer l'heure par l'horloge même sur laquelle on observe les passages des étoiles ; alors on pourrait donner immédiatement la correction approchée de cette horloge et l'on ferait connaître plus tard sa correction exacte, quand on aurait réduit les observations astronomiques destinées à donner cette correction avec précision. »

CHIMIE GÉNÉRALE. — *Sur la distillation d'un mélange de deux métaux*. Note de MM. **Henri Moissan** et **O'Farrelley**.

« L'emploi facile du four électrique dans le laboratoire nous a permis d'étendre un grand nombre de nos expériences entre des limites de température beaucoup plus éloignées que par le passé. L'un de nous a déjà obtenu la volatilisation, au four électrique, de tous les corps regardés jusqu'ici comme réfractaires (1); il s'est servi aussi de la constance que fournit le point d'ébullition d'un métal pour régler la température dans différentes préparations.

---

(1) H. Moissan, *Étude de quelques phénomènes nouveaux de fusion et de volatilisation produits au moyen de la chaleur de l'arc électrique* (*Comptes rendus*, t. CXVI, 1893, p. 1429, et le *Four électrique*, 1897, p. 41).

» Nous avons pensé à appliquer cette méthode nouvelle, à l'étude de la distillation de deux métaux dont les points d'ébullition étaient assez différents. Pour simplifier les premières expériences, nous avons choisi des métaux qui ne fournissent pas de carbures, à la température du four électrique, tels que le cuivre, le zinc, le cadmium, le plomb et l'étain.

» Au début de nos recherches, nous avons commencé par chauffer graduellement, pendant des temps différents, des poids déterminés de l'alliage dans des nacelles placées dans un tube de charbon. Nous avons utilisé le four à tube décrit par l'un de nous (¹). Plus tard, nous avons simplement chauffé l'alliage dans un creuset ordinaire, et nous avons prélevé, après des temps mesurés, des échantillons qui ont été soumis à l'analyse. Enfin, pour nous rendre compte de la variation de la composition d'après la quantité de matière distillée, nous avons chauffé des poids déterminés d'alliages connus dans un creuset échancré, muni de son couvercle et nous avons pesé et analysé le résidu.

» Comme ces expériences ne portent que sur des poids de métaux peu élevés, nous avons toujours opéré avec un courant peu intense de 450^{amp} à 500^{amp} sous 110^{volts}.

» 1° *Cuivre et zinc.* — Nous avons chauffé 40^g d'un alliage qui contenait 60 pour 100 de cuivre dans quatre nacelles chauffées avec un courant de 450^{amp} sous 110^{volts}. Pour obtenir un régime comparable, le temps était mesuré à partir du moment où le métal entrait en fusion. La première nacelle a été chauffée 1 minute, la deuxième 2 minutes et demie, la troisième 5 minutes, et la quatrième 8 minutes. Toutes les nacelles ne renfermaient plus après l'expérience que du cuivre exempt de zinc.

» 2° *Cuivre et cadmium.* — 75^g de cuivre et 25^g de cadmium ont été chauffés au creuset avec un courant de 400^{amp} sous 110^{volts}. Nous avons prélevé un échantillon de 8^g, après 3 minutes, et un échantillon de 45^g, après 6 minutes. Ces deux échantillons ne renfermaient plus qu'une trace de cadmium. La séparation est à peu près complète.

» 3° *Cuivre et plomb.* — *a*. 80^g de cuivre et 20^g de plomb ont été chauffés dans un creuset avec un courant de 500^{amp} sous 110^{volts}. Nous avons recueilli un échantillon de 20^g après 2 minutes; il ne renfermait que 14,7 pour 100 de plomb. Un échantillon de 30^g, pris après 5 minutes, ne contenait plus

(¹) H. Moissan, *Sur un nouveau modèle de four électrique à réverbère et à électrodes mobiles* (*Comptes rendus*, t. CXVII, 1893, p. 679).

que 5,2 pour 100. Enfin un échantillon de 8^{g}, prélevé après 8 minutes, ne renfermait que $0^{g},8$ de plomb pour 100.

» *b.* Cette expérience a été répétée avec un mélange de parties égales de cuivre et de plomb, 75^{g} de l'un et de l'autre, et après une distillation énergique produite par un courant de 600^{amp} sous 110^{volts}, un échantillon recueilli, après 3 minutes, renfermait moins de 0,1 pour 100 de plomb.

» *c.* Dans un autre essai, 97^{g} de cuivre et 60^{g} de plomb ont été chauffés dans un creuset pendant 6 minutes, avec un courant de 450^{amp} sous 110^{volts}. Le résidu pesait 45^{g} et ne contenait plus de plomb.

» *d.* Enfin, nous avons chauffé 60^{g} de cuivre et 40^{g} de plomb dans différents creusets pendant des temps variables, avec un courant de 450^{amp} sous 110^{volts}.

(1) Chauffe de	$4^{m\,s}$	Distillation	$0^{m}.45^{s}$	Résidu	78^{g}	Plomb	26,6	pour 100.
(2) »	3.30	»	1.30	»	67,5	»	13,1	»
(3) »	3	»	1	»	64,5	»	13,9	»
(3*a*) Résidu de	(3)	»	2	»	60,5	»	9,1	»
(3*b*) »	(3*a*)	»	2	»	14	»	0,0	»

» 4° *Cuivre et étain.* — *a.* Nous avons chauffé 40^{g} d'un alliage qui renfermait 48 pour 100 d'étain dans une nacelle du four électrique à tubes (courant : 450^{amp}, 110^{volts}). Après une ébullition d'une minute, le résidu renfermait 52,8 pour 100 d'étain et 47 pour 100 de cuivre.

» *b.* On a chauffé 30^{g} d'un alliage à 25 pour 100 d'étain dans trois nacelles différentes, et, après une ébullition de 20 minutes en deux fois, l'alliage de la première nacelle contenait 46,7 pour 100 d'étain. L'alliage de la deuxième nacelle a été chauffé 5 minutes avec un courant de 600^{amp}. Il contenait ensuite 30,5 d'étain. L'alliage de la troisième nacelle a été chauffé 10 minutes avec un courant de 600^{amp}. Le métal restant contenait 30 pour 100 d'étain.

» c^{1}. 140^{g} de cuivre et 60^{g} d'étain ont été chauffés dans un creuset avec un courant de 500^{amp}. Un échantillon, prélevé après 3 minutes, contenait 29,9 pour 100 d'étain, après 6 minutes 29,7 et après 9 minutes 33,7 pour 100.

» c^{2}. 30^{g} de cuivre et 70^{g} d'étain ont été chauffés dans un petit creuset en employant un grand four, de façon à modérer l'action de la température de l'arc (courant 500^{amp}, 110^{volts}). Après 3 minutes l'alliage contenait

69,4 pour 100 d'étain, après 6 minutes 69,5, après 9 minutes 65,5, après 12 minutes 62,3.

» *d*. 31^{g} de cuivre et 47^{g} d'étain ont été chauffés dans un petit four avec un courant de 500^{amp} sous 110^{volts}. Après une ébullition de 3 minutes, un échantillon de 16^{g} renfermait 60,1 pour 100 d'étain; après 6 minutes un échantillon de 20^{g} en renfermait 59,7 et après 9 minutes un échantillon de 9^{g} en renfermait 60,4 pour 100.

» Nous étions donc arrivés, dans cette expérience, à un mélange d'étain et de cuivre qui, chauffé plus ou moins longtemps, distillait dans la même proportion.

» e^{1}. 60^{g} de cuivre et 40^{g} d'étain ont été chauffés dans un creuset échancré à couvercle, avec un courant de 400^{amp} sous 70^{volts}.

Première chauffe	$4^{m}.^{s}$	distillation	2^{m} ^{s}	résidu	$96^{g},5$	renfermant	40,4	pour 100 Sn
» reprise	5	»	2.30	»	95			
» »	5	»	2.30	»	85,4	»	41,8	»
Deuxième chauffe	5	»	2.30	»	89	»	40,4	»
» reprise	5.30	»	3	»	71,5	»	43,2	»
» »	4.30	»	2.30	»	44	»	46,1	»
» »	5	»		»	31,5	»	50,6	»

» e^{2}. 20^{g} de cuivre et 40^{g} d'étain ont été chauffés dans les mêmes conditions.

Pendant	$4^{m}.0^{s}$	distillation	2^{m}	résidu	92^{g}	renfermant	79,9	pour 100 Sn
»	7.30	»	5	»	82	»	78,2	»
»	6.30	»	3	»	62,5	»	77,7	»
»	4.30			»	51,5	»	76,3	»

» e^{3}. 30^{g} de cuivre et 70^{g} d'étain ont été chauffés dans les mêmes conditions, et après 3 minutes d'ébullition le résidu de 65^{g} ne renfermait plus que 65,3 d'étain pour 100.

» 5° *Étain et plomb*. — a^{1}. 50^{g} d'étain et 50^{g} de plomb ont été chauffés dans un creuset avec un courant de 400^{amp} sous 110^{volts}. Après 2 minutes un échantillon de 8^{g} ne renfermait plus que 4,8 pour 100 de plomb. Et, après 5 minutes, un échantillon de 20^{g} n'en contenait plus que 1,5.

» a^{2}. 55^{g} d'étain et 5^{g} de plomb, chauffés dans les mêmes conditions, ne renfermaient plus après 1 minute que 5,8 de plomb pour 100 et après 5 minutes que 0,28.

» Enfin 60g d'étain et 40g de plomb ont été chauffés de même avec un courant de 450amp.

1. Chauffe...	1m.30s	Distillation..	0m.30s	Résidu...	61g,5	Étain...	83,1	pour 100
2.	2		0.45		59,5		87,8	»
3.	3		1.30		50		96,6	»
3. Repris....	2.30		1.15		41		99,7	»

» Si nous comparons le résultat de toutes ces expériences, nous voyons que l'ébullition d'un mélange de deux métaux se conduit exactement comme une distillation fractionnée et que la composition varie d'après le temps de la distillation ou plutôt d'après la quantité de matière qui a été distillée. Par exemple :

Cuivre + plomb au début.......			100g	renfermaient.....	Pb	40	pour 100
»	distillé	0m.45s..	78	»		26,6	»
»	»	1m.30s..	67,5	»		13,1	»
»	»	3m	60,5	»		9,1	»

Cuivre + étain	au début		l'alliage renfermait	Sn	70	pour 100
»	chauffé	3m	»		69,4	»
»	»	9m	»		65,5	»
»	»	12m	»		62,3	»

Étain + plomb au début........			100g	renfermaient......	Sn	60	pour 100
»	distillé	0m.30s..	61,5	»		83,1	»
»	»	0m.45s..	59,5	»		87,8	»
»	»	1m.30s..	50	»		96,6	»
»	»	2m.45s..	41	»		99,7	»

» Lorsque nous chauffons un mélange de cuivre et de zinc, de cuivre et de cadmium ou de cuivre et de plomb, la quantité pour 100 de cuivre qui reste dans le résidu croît d'une façon régulière jusqu'à ce que l'on arrive au cuivre pur. La séparation est complète. Le phénomène est semblable avec l'étain et le plomb. Nous obtenons dans le creuset de l'étain à peu près pur.

» Quant à l'alliage de cuivre et d'étain, la quantité d'étain pour 100 augmente dans le résidu, lorsque le cuivre se trouve en excès. Au contraire,

lorsque l'étain va se trouver en grand excès, la quantité d'étain pour 100 va décroître pendant la volatilisation.

Alliage à	25	pour 100 Sn	chauffé	20^m	renferme	47	pour 100 Sn.
»	40	»	»	10	»	50,6	»
»	55	»	»	5	»	56,8	»
»	80	»	»	10	»	76,3	»
»	70	»	»	12	»	62,3	»
»	60,2	»	»	9	»	60,4	»

» Ces résultats nous amènent à penser qu'il existe un mélange de cuivre et d'étain dont la composition ne varie pas pendant l'ébullition. Ce mélange correspond sensiblement à l'alliage défini et cristallisé SnCu, signalé par Stead [1].

» Un autre fait important, qui résulte de ces expériences, est la difficulté, assez grande, que présente la volatilisation de l'étain comparée à celle du cuivre.

» Si nous remarquons que le point de fusion de l'étain est de 226°, et que le point de fusion du cuivre est de 1056°, nous voyons que l'étain reste liquide dans une étendue très grande de température, puisqu'il ressort de nos expériences que son point d'ébullition est plus élevé que celui du cuivre.

» Dans ces expériences d'ébullition des métaux, nous avons rencontré des exemples qui correspondent aux trois types de la distillation d'un mélange de deux liquides. Le cuivre et le plomb se comportent, quand on les distille, comme un mélange de liquides partiellement miscibles, tel un mélange d'eau et d'éther. Au contraire, l'étain et le plomb se conduisent comme une dissolution d'eau et d'alcool. Quant au cuivre et à l'étain, ils ressemblent à une dissolution d'eau et d'acide formique, et il existe pour eux une température constante, bien que très élevée, à laquelle les deux corps possèdent la même tension de vapeur.

» Les lois qui président au fractionnement de deux liquides par distillation s'appliquent donc à l'ébullition des métaux à très haute température. »

---

(1) J. Stead, *Microstructure of alloys* (*Journ. chem. Industry*, t. XVII, p. 3).

CHIMIE ORGANIQUE. — *Influence qu'exerce sur le pouvoir rotatoire de certaines molécules, leur combinaison avec des radicaux non saturés. Éthers allyliques du bornéol, du menthol, du β-méthylcyclohexanol et du linalool.* Note de MM. **A. Haller** et **F. March**.

« Comme suite à nos dernières recherches sur les pouvoirs rotatoires ([1]), il nous a paru intéressant de voir dans quelle mesure augmentait la rotation spécifique de quelques alcools actifs du fait de leur combinaison, sous la forme d'éther oxyde $R - OCH^2 - CH = CH^2$, avec une molécule non saturée comme l'alcool allylique.

» Ces sortes d'éthers oxydes d'alcools terpéniques n'étant pas connus nous avons dû les préparer.

» *Éther bornylallylique* $C^{10}H^{17}O - CH^2 - CH = CH^2$. — On a chauffé au bain d'huile à l'ébullition dans un ballon muni d'un réfrigérant à reflux 50^g de bornéol gauche de N'gai et 8^g de sodium en solution dans 120^g de xylène pendant 16 heures environ. L'excès de sodium a ensuite été séparé et le dérivé sodé chauffé avec 80^g d'iodure d'allyle jusqu'à réaction neutre. L'excès d'iodure d'allyle éliminé par distillation, on a ajouté au liquide 40^g d'anhydride phtalique dans le but d'éthérifier le bornéol non transformé. Après avoir été chauffée pendant 5 heures au bain d'huile, la masse a été distillée pour séparer le xylène, et le résidu a été traité par de la soude étendue dans le but de dissoudre la phtalate acide de bornéol. La partie insoluble a été épuisée par de l'éther et la solution, après filtration, fut soumise à la distillation. On recueillit une portion passant de 98° à 99° sous 15^{mm} et qui fut soumise à un nouveau traitement par l'anhydride phtalique.

» On obtint finalement un liquide bouillant de 105°-107° sous 17^{mm} et dont la composition répondit bien à celle de l'éther cherché.

» Densité, $D_4^0 = 0,9376$, $D_4^{21} = 0,9221$; réfraction moléculaire, 59,15 ; calculé, 59,025.

» Pouvoir rotatoire $(\alpha)_D = -59°6'$; pouvoir rotatoire du bornéol employé $(\alpha)_D = -35°40'$.

» *Éther menthylallylique* $C^{10}H^{19}OC^3H^5$. — Cet éther a été préparé de

(1) *Comptes rendus*, t. CXVIII, p. 1370; t. CXXXVI, p. 788, 1222, 1613.

la même façon que l'éther bornylique. Comme pour le bornéol les rendements sont peu satisfaisants : avec 50^g de menthol et 80^g d'iodure d'allyle, on a obtenu à peine 10^g d'éther oxyde pur. Un second traitement à l'anhydride phtalique a encore été nécessaire pour séparer tout le menthol.

» L'éther menthylallylique bout à 103°-104° sous 13^{mm}. C'est un liquide incolore, d'odeur spéciale et ne rappelant aucunement celle du menthol.

D_4^0.............	0,8830	D_4^{19}.............	0,8763
Réfraction moléculaire...	61,01	Calculée..............	61,127

Pouvoir rotatoire........................ $(\alpha)_D = -98°30'$
Pouvoir rotatoire du menthol employé....... $(\alpha)_D = -49°4'$

» *Éther β-méthyl-cyclohexanolallylique* $C^7H^{13}O.C^3H^5$. — Le β-méthylcyclohexanol employé a été préparé par réduction de la β-méthylcyclohexanone au moyen du sodium en présence d'éther et d'eau. Cette cétone obtenue en partant de la pulégone possédait le pouvoir rotatoire

$$(\alpha)_D = +11°88'$$

qui concorde avec celui indiqué par Kondakow et Schindelmeiser [1] pour un produit d'une origine semblable. Le β-méthylcyclohexanol dérivé de l'hexanone employée dans notre préparation contenait encore un peu de cétone et possédait le pouvoir rotatoire $(\alpha)_D = +1°30'$ au lieu de $(\alpha)_D = -4°7'$ accusé par les auteurs précédents.

» L'éther allylique de cet alcool a été obtenu de la façon suivante : 23^g de β-méthylcyclohexanol sont dissous dans 50^g de toluène et chauffés au bain d'huile avec 5^g de sodium. Le dérivé sodé, débarrassé du toluène par distillation ainsi que de l'excès de métal, est chauffé très longtemps avec un excès de bromure d'allyle en présence d'éther. Lorsqu'une prise d'essai étendue d'eau se montre à peu près neutre au papier de tournesol, on traite par l'eau, on épuise avec de l'éther et l'on distille pour chasser l'éther et l'excès de bromure d'allyle. Le résidu est ensuite chauffé avec de l'anhydride phtalique à 140° pendant 2 heures, et la préparation se termine comme pour les autres éthers oxydes décrits plus haut.

» L'éther β-méthylcyclohexanolallylique constitue un liquide bouillant à 79-81° sous 18^{mm}, dont la densité $D_4^0 = 0,8837$ et $D_4^{15} = 0,8738$.

---

(1) *Journ. f. pr. Chem.*, 2e série, t. LXI, p. 477.

» La réfraction moléculaire trouvée = 47,58. Réfraction moléculaire calculée = 47,31.

» Son pouvoir rotatoire $(\alpha)_D = -14°20'$.

» *Éther linalylallylique* $C^{10}H^{17}OC^3H^5$. — Cet isomère de l'éther bornylallylique a été préparé dans les mêmes conditions que ce dernier. Après plusieurs fractionnements, on arrive à isoler un liquide incolore, bouillant à 103°-105° sous 15mm et dont la densité $D_4^0 = 0,8722$ et $D_4^{16} = 0,8665$. La réfraction moléculaire trouvée est égale à 61,45 alors que la réfraction moléculaire calculée est égale à 62,43. Le pouvoir rotatoire observé $(\alpha)_D = +2°2'$ tandis que le pouvoir rotatoire du linalool employé $(\alpha)_D = -6°20'$.

» Dans le Tableau ci-dessous, nous réunissons les différentes constantes observées avec nos éthers-oxydes :

Éthers oxydes.	P. r. $(\alpha)_D$ de l'alcool employé.	P. r. $(\alpha)_D$ de l'éther oxyde.	Densité D_4^0.	P. réfringent moléculaire.	P. réfringent moléculaire calculé $RM = \frac{n^2-1}{n^2+1} \times \frac{M}{D}$.
Allylbornylique..............	−35°.40′	−59°.06′	0,9376	59,15	59,02
Allylmenthylique............	−49.4	−98.30	0,8830	61,05	61,12
Allylméthylcyclohexanolique...	+ 1.30	−14.20	0,8837	47,58	47,31
Allyllinalylique..............	− 6.20	+ 2.02	0,8722	61,45	62,43

» En considérant les nombres inscrits dans ce Tableau, on remarque que, sauf l'éther allyllinalylique, tous ces éthers oxydes possèdent un pouvoir rotatoire plus élevé que celui des alcools actifs mis en expérience.

» De plus, à part encore l'éther allyllinalylique [1], dont la réfraction moléculaire est inférieure d'une unité à celle calculée, tous ces éthers oxydes possèdent un pouvoir réfringent moléculaire concordant avec celui que donne le calcul. La combinaison d'un radical non saturé avec 1mol active saturée ne semble donc pas exalter le pouvoir réfringent, comme le fait arrive avec nos dérivés du camphre avec les aldéhydes.

» Quant au pouvoir rotatoire de ces éthers, pour être en droit de tirer

---

(1) Les écarts constatés dans la réfraction moléculaire de cet éther tiennent, peut-être, à ce que ce composé renferme encore de petites quantités de linalool, le point d'ébullition de cet alcool étant voisin de celui de l'éther oxyde. Étant donné les conditions dans lesquelles on a préparé le dérivé sodé de l'alcool, il se pourrait aussi qu'il ait subi une hydrogénation partielle, ce qui aurait pour effet de diminuer son pouvoir réfringent.

des conclusions sur l'influence que peut exercer sur lui la présence du radical non saturé allylé, il faudrait qu'on pût comparer ce pouvoir rotatoire avec celui des molécules saturées correspondantes, c'est-à-dire des éthers oxydes bornyl, menthyl, méthylcyclohexanyl et linalyl-propyliques. Nous avons fait des tentatives nombreuses et variées pour préparer ces éthers et avons jusqu'à présent complètement échoué.

» Quand on traite les dérivés sodés du menthol, du bornéol, etc., au sein du toluène ou du xylène par de l'iodure de propyle, c'est à peine si une minime quantité de l'éther halogène entre en réaction. Dans tous les cas, il n'a jamais été possible d'isoler un produit à point d'ébullition constant et répondant par l'analyse à l'éther oxyde cherché.

» Si l'on opère sous pression, en tubes scellés, à une température de 130°-140° pendant 8 heures, on observe à l'ouverture des tubes un abondant dégagement de propylène, et l'on ne réussit pas davantage à isoler l'éther oxyde dont on a en vue la préparation.

» Cette différence d'aptitude réactionnelle que nous venons de constater entre l'iodure d'allyle et l'iodure de propyle, vis-à-vis de nos alcools sodés, a d'ailleurs été observée depuis longtemps par J. Wislicenus sur d'autres dérivés sodés, notamment sur les éthers malonique et acétoacétique sodés (¹).

» Nous l'avons nous-même observée à l'occasion de nos études sur les éthers alcoylcamphocarboniques (²) et sur les alcoylmenthones (³).

» MM. Hecht, Conrad et Brückner (⁴) ont, de leur côté, mis en évidence les écarts considérables observés dans les vitesses et les limites d'alcoylation, à différentes températures, des méthylate, éthylate et propylate de sodium par les iodures de méthyle, éthyle, propyle, isopropyle, heptyle et octyle.

» L'insuccès de nos essais de propylation, au moyen de l'iodure de propyle, nous a conduit à tenter cette propylation au moyen du paratoluènesulfonate de propyle $CH^3.C^6H^4 - SO^3C^3H^7$ qu'on obtient aisément en traitant le chlorure de l'acide *p*.toluènesulfonique par du propylate de sodium.

(¹) J. Wislicenus, *Annalen der Chimie*, t. CCXII, 1882, p. 239.
(²) A. Haller, *Comptes rendus*, t. CXXXVI, p. 788.
(³) A. Haller, *Comptes rendus*, t. CXXXVII, p. 1139.
(⁴) Hecht, Conrad et Bruckner, *Zeitschrift für physikalische Chemie*, t. IV, 1889, p. 273.

» 50^{g} de menthol ont été sodés comme précédemment au sein du toluène. A la solution, on a ajouté 80^{g} de paratoluènesulfonate de propyle (par petites fractions, car le mélange s'échauffe fortement). La réaction reste cependant alcaline au tournesol, même après avoir chauffé le mélange longuement à l'ébullition, au bain d'huile. Après distillation du dissolvant, traitement par l'eau du résidu et rectification sur du sodium de l'huile surnageante, nous avons obtenu deux fractions, l'une passant de 112°-114°, sous 19^{mm}, et possédant le pouvoir rotatoire $\alpha = -43° 40'$, et l'autre moins abondante, distillant de 114° à 116° sous 19^{mm}.

» La première de ces fractions avait une composition se rapprochant de celle du propylmenthol (C, 78,12 pour 100, H, 12,87 pour 100; calculé pour $C^{13}H^{26}O$: C, 78,8 pour 100, et H, 13,1 pour 100), tandis que la seconde a donné des chiffres s'écartant davantage de la théorie.

» Des tentatives faites pour préparer par ce procédé les éthers bornyl- et β-méthylcyclohexanyle-propyliques n'ont pas abouti à des résultats plus nets. Aussi avons-nous renoncé à obtenir par cette voie ces éthers oxydes. Nous nous proposons de tenter cette préparation dans d'autres conditions. »

ÉNERGÉTIQUE BIOLOGIQUE. — *Le travail musculaire et sa dépense energétique dans la contraction dynamique, avec raccourcissement graduellement croissant des muscles s'employant au soulèvement des charges (travail moteur)*. Note de M. **A. Chauveau.**

« Cette étude a été entreprise avec la méthode et l'outillage qui ont servi dans l'étude précédente sur la contraction statique [1]. On l'a pour-

[1] Ces moyens d'étude exigent une description sommaire qui sera faite ultérieurement avec figures à l'appui. L'outillage ne comprend pas seulement le système commutateur signalé dans ma première Note et qui a pour objet de faire passer les charges alternativement sur les fléchisseurs et les extenseurs de l'avant-bras. On y trouve encore :

1° Une plate-forme pivotante qui supporte l'avant-bras et la main et qui en annihile le poids;

2° Un appareil transmetteur qui communique, en les réduisant, les mouvements alternatifs de l'avant-bras à un treuil sur lequel s'enroulent les fils suspenseurs des charges à soutenir, à soulever ou à retenir à la descente.

C'est avec cet appareil transmetteur qu'est conjugué le système commutateur;

3° Un appareil des plus importants remplissant le rôle de guide automatique des

suivie au point de vue de la physiologie pure, sans préoccupation de la partie mécanique du sujet traité. Ceci ne veut pas dire que cette partie mécanique n'ait pas à bénéficier des résultats obtenus des présentes recherches. Mais il y a intérêt à se renfermer pour le moment exclusivement dans la question des *rapports de l'énergie dépensée par la contraction dynamique avec le travail intérieur ou biologique du muscle qui est mis en activité pour produire un travail extérieur moteur ou positif*.

» Il est évident que la contraction dynamique qui effectue le soulèvement des charges est soumise à des variations dans ses modes, suivant les conditions du travail extérieur. Celui-ci, considéré avec une valeur donnée Ph, peut croître de deux manières distinctes : 1° *par accroissement de la valeur de la charge* P; 2° *par accroissement de la hauteur h, du soulèvement de cette charge dans l'unité de temps*. Quelle est l'influence que l'adaptation de la contraction dynamique à ces deux modes, entièrement différents, d'accroître le travail extérieur exerce sur la dépense affectée à l'exécution du travail intérieur du muscle, c'est-à-dire sur ce travail intérieur lui-même? Il est extrêmement important de le savoir, tant au point de vue de la Science pure qu'à celui des applications pratiques.

» Aux contributions que j'ai déjà fournies sur ce point, j'ajoute celle que j'ai obtenue avec mon nouveau dispositif expérimental, en étudiant la dépense qu'entraîne le travail intérieur des muscles moteurs de l'avant-bras dans les deux cas suivants :

» Premier cas. — *La valeur du travail mécanique varie en fonction de la valeur de la charge, la hauteur et la vitesse de son soulèvement restant contantes.*

» Deuxième cas. — *La valeur du travail mécanique varie en fonction de la hauteur et de la vitesse du soulèvement de la charge, celle-ci restant constante.*

» Ces deux cas ont fait l'objet de deux séries d'expériences.

PREMIÈRE SÉRIE D'EXPÉRIENCES. — Dépense de la contraction dynamique quand la valeur du travail extérieur qu'elle exécute croît en fonction de la valeur de la charge soulevée, la hauteur et la vitesse de son soulèvement restant constantes.

» Les expériences ont été au nombre de quatre, dans lesquelles la charge étudiée a eu les valeurs $1^{kg},5$, 3^{kg}, $4^{kg},5$, 6^{kg}, le nombre des alternances des fléchisseurs et des extenseurs de l'avant-bras restant constamment fixé.

---

mouvements de l'avant-bras, guide sur lequel le sujet se règle pour le nombre et l'amplitude des oscillations qu'il doit imprimer au transmetteur dans l'unité de temps.

à 13. L'angle droit, qu'en position moyenne l'avant-bras formait avec le bras, se fermait ou s'ouvrait de 20° environ à chaque oscillation ou alternance. Il en résultait que le point d'application de la résistance entraînée dans le déplacement de l'avant-bras effectuait des parcours partiels d'environ $0^m,34$ chacun. Comme il y en avait 13 à la minute, le parcours total atteignait la valeur de $4^m,42$. C'est ce parcours uniforme de $4^m,42$ que les muscles de l'avant-bras étaient appelés à effectuer avec chacune des charges $1^{kg},5$, 3^{kg}, $4^{kg},5$, 6^{kg}.

» Les résultats obtenus sont consignés dans les Tableaux suivants :

Tableau A. — *Une expérience détaillée, comme exemple.*

a. Conditions des muscles.	*b.* Débit respiratoire.	*c.* Coefficients respiratoires: CO² exhalé.	O² absorbé.
	l	cm³	cm³
I. Repos..................	6,876	248	292
II. Travail avec $1^{kg},5$........	11,359	389	379
III. » » 3^{kg}..........	12,218	408	397
IV. » » $4^{kg},5$........	15,380	505	512
V. Repos..................	6,201	213	256
VI. Travail avec 6^{kg}..........	16,118	581	593
VII. » » 6^{kg}..........	19,802	629	591
VIII. » » $4^{kg},5$........	14,460	480	498
IX. Repos..................	6,355	213	256
X. Travail avec 3^{kg}..........	10,837	368	406
XI. » » $1^{kg},5$........	7,890	298	333
XII. Repos..................	5,680	216	292

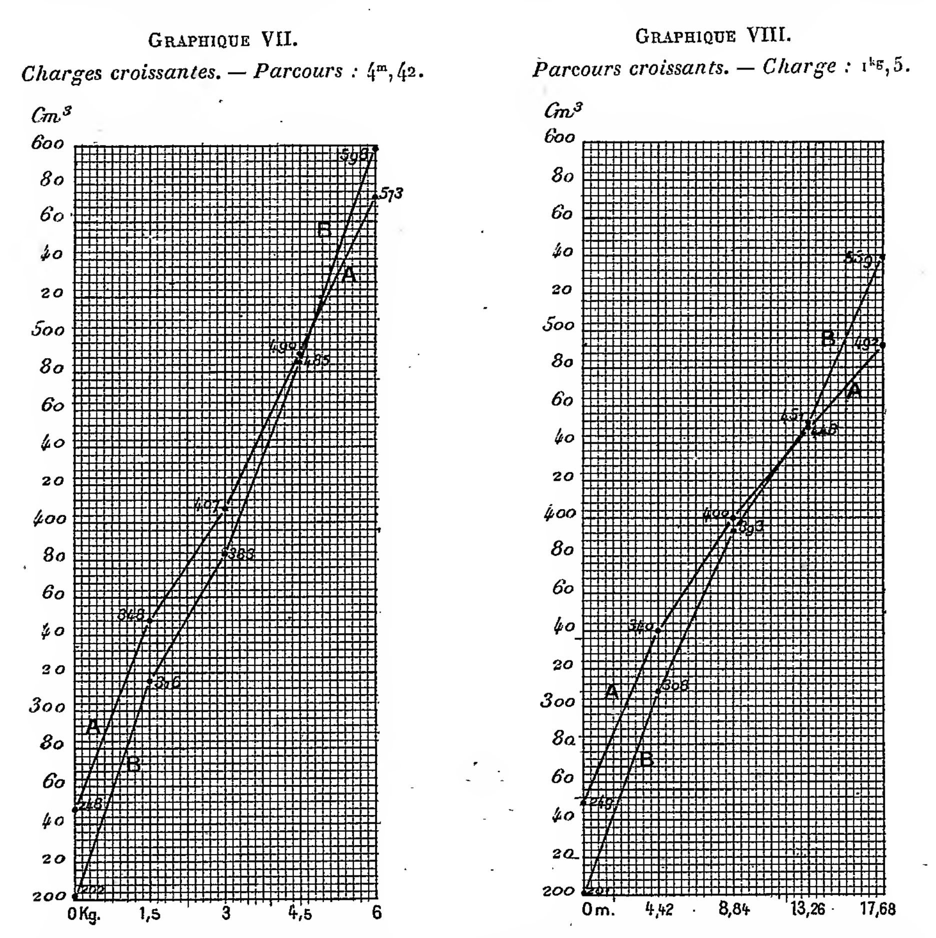
Tableau B. — *Résultats moyens de l'expérience détaillée ci-dessus.*

a. Conditions des muscles.	*b.* Débit respiratoire.	*c.* Coefficients respiratoires: CO² exhalé.	O² absorbé.	*d.* Quotient respiratoire.	*e.* Dépense du trav. musc. en O² absorbé.
	l	cm³	cm³		cm³
A. Repos..............	6,278	225	274	0.821	»
B. Travail avec $1^{kg},5$...	9,624	343	356	0,963	**82**
C. » » 3^{kg}.....	11,527	388	402	0,965	**128**
D. » » $4^{kg},5$...	14,920	492	505	0,974	**231**
E. » » 6^{kg},....	17,960	605	592	1,022	**318**

Tableau C. — *Résultats moyens de l'ensemble des épreuves des quatre expériences.*

a. Conditions des muscles.	*b.* Débit respiratoire.	*c.* Coefficients respiratoires. CO² exhalé.	O² absorbé.	*d.* Quotient respiratoire.	*e.* Dépense du travail des muscles en O² absorbé.
kg	l	cm³	cm³		cm³
A. Repos..............	5,439	202	249	0,811	»
B. Travail avec 1,5....	8,417	316	348	0,908	**99**
C. » 3	10,629	383	407	0,941	**158**
D. » 4,5.....	13,837	485	490	0,989	**241**
E. » 6	17,810	598	573	1,043	**324**

» Les résultats essentiels inscrits dans ce Tableau C, c'est-à-dire ceux qui concernent les coefficients respiratoires, sont figurés dans le graphique VII. Ils seront mis tout à



GRAPHIQUE VII.

Charges croissantes. — Parcours : 4m, 42.

GRAPHIQUE VIII.

Parcours croissants. — Charge : 1kg, 5.

Dans le *graphique VII,* le travail intérieur et sa dépense sont appliqués à la production d'un travail extérieur qui croît avec et comme la charge déplacée.

Dans le *graphique VIII,* le travail intérieur et sa dépense sont appliqués à la production d'un travail extérieur, de même valeur que le précédent, mais croissant avec et comme la longueur du chemin parcouru par la charge dans l'unité de temps.

A, *marche de la consommation de* O^2, *prise pour mesure de la dépense énergétique.*

B, *marche de l'exhalaison de* CO^2.

l'heure en parallèle avec ceux des expériences de la 2e série. La signification n'en ressortira que mieux.

DEUXIÈME SÉRIE D'EXPÉRIENCES. — DÉPENSE DE LA CONTRACTION DYNAMIQUE QUAND LA VALEUR DU TRAVAIL MOTEUR QU'ELLE EXÉCUTE CROIT EN FONCTION DE LA HAUTEUR ET DE LA VITESSE DU SOULÈVEMENT DE LA CHARGE, CELLE-CI RESTANT CONSTANTE.

» Les expériences ont été au nombre de deux seulement ([1]), dans lesquelles l'avant-bras, oscillant autour de la position de flexion à angle droit sur le bras, a fait exactement le même travail, graduellement croissant, que dans la série précédente, mais par des procédés différents. La charge constante, $1^{kg},5$, effectuait le parcours partiel de $0^{m},34$ d'abord 13 fois, puis 26, 29, 52 fois par minute. Ladite charge de $1^{kg},5$ était donc soulevée dans cette unité de temps d'abord à $4^{m},42$, puis à $8^{m},34$, $13^{m},26$, $17^{m},68$.

» Les résultats des expériences sont consignés dans les Tableaux ci-après :

TABLEAU A. — *Une expérience détaillée comme exemple.*

	a. Conditions des muscles.	*b.* Débit respiratoire.	*c.* Coefficients respiratoires. CO² exhalé.	O² absorbé.
		l	cm³	cm³
I.	Repos	4,789	180	227
II.	Travail avec 13 altern.	8,504	320	350
III.	» 26 »	10,131	392	409
IV.	» 39 »	13,907	485	442
V.	Repos	5,280	179	228
VI.	Travail avec 52 altern.	18,328	574	506
VII.	» 52 »	15,780	473	448
VIII.	» 39 »	12,925	381	395
IX.	Repos	4,789	167	234
X.	Travail avec 26 altern.	10,960	366	380
XI.	» 13 »	8,811	300	334
XII.	Repos	5,984	212	287

([1]) Ce chiffre de 2 expériences est bien faible. J'en dirai presque autant du chiffre 4 atteint dans la première série. La variabilité des conditions du milieu physiologique exigerait un plus grand nombre d'épreuves, qui donneraient de meilleures moyennes. Mais ce sont là des travaux de laboratoire très durs, très absorbants, qui nécessiteraient un plus nombreux personnel que celui dont je dispose. Je n'ai, en effet, qu'un seul préparateur pour m'assister dans ces longues et laborieuses recherches. Grâce à l'assiduité, au zèle, à la collaboration compétente de M. J. Tissot, j'ai pu les mener à bien et en préparer la suite. Mais j'ai dû lui demander souvent de durs et pénibles efforts.

TABLEAU B. — *Résultats moyens de l'expérience détaillée ci-dessus.*

a. Conditions des muscles.	*b.* Débit respiratoire.	*c.* Coefficients respiratoires.		*d.* Quotient respiratoire.	*e.* Dépense du trav. musc. en O^2 absorbé.
		CO^2 exhalé.	O^2 absorbé.		
	l	cm³	cm³		cm³
A. Repos	5,188	185	244	0,758	»
B. Travail avec 13 altern.	8,657	302	342	0,883	98
C. » 26 » .	10,545	379	394	0,962	150
D. » 39 » .	13,416	433	419	1,033	175
E. » 52 » .	17,054	523	477	1,096	233

TABLEAU C. — *Résultats moyens de l'ensemble des épreuves des deux expériences.*

a. Conditions des muscles.	*b.* Débit respiratoire.	*c.* Coefficients respiratoires.		*d.* Quotient respiratoire.	*e.* Dépense du trav. musc. en O^2 absorbé.
		CO^2 exhalé.	O^2 absorbé.		
	l	cm³	cm³		cm³
A. Repos	5,913	201	249	0,807	»
B. Travail avec 13 altern.	8,281	308	340	0,906	91
C. » 26 » .	11,159	393	400	0,982	151
D. » 39 » .	13,953	451	448	1,007	199
E. » 52 » .	17,391	539	492	1,095	243

» On trouvera dans le graphique VIII la figuration des résultats essentiels, ceux qui sont donnés par les coefficients respiratoires.

» L'enseignement à tirer des deux séries d'expériences qui viennent d'être présentées sur la dépense énergétique engagée dans le travail intérieur du muscle qui se met en contraction dynamique, pour effectuer un travail extérieur moteur, est particulièrement donné par les deux courbes A des graphiques VII et VIII. D'une manière générale, ces deux courbes, représentatives de la consommation de O^2, c'est-à-dire de l'énergie dépensée, montrent que la dépense croît avec le travail extérieur, mais non pas de la même manière, dans les deux modes d'accroissement dudit travail.

» Sur le graphique VII, où l'on voit ce travail extérieur s'accroître en fonction de la valeur de la charge soulevée, l'*accroissement de la dépense consacrée au travail intérieur des muscles suit très sensiblement l'accroissement de la charge*.

» Sur le graphique VIII, où le travail extérieur s'accroît en fonction de la hauteur du soulèvement du mobile, dans l'unité de temps, l'*accroissement de la dépense occasionnée par le travail intérieur des muscles marche*

moins vite que celui du travail extérieur, dont la valeur est représentée sur l'abscisse, par la longueur du parcours de la charge.

» L'emploi de l'énergie qui met le muscle en contraction dynamique est donc plus avantageux dans le cas où le travail extérieur qu'elle produit tire sa valeur de la longueur du parcours que la charge effectue dans l'unité de temps.

» On voit ainsi qu'il y a bénéfice à diviser les grosses charges et à en soulever rapidement chaque fraction, plutôt que de les porter lentement d'un seul coup à la hauteur voulue. C'est ainsi, par exemple, que la charge maxima de 6^{kg}, utilisée dans nos expériences, au lieu d'être élevée en totalité à $4^{m},42$ de hauteur en 60 secondes, gagnerait, au point de vue de la dépense, à être divisée en quatre parts de $1^{kg},5$, dont chacune serait portée en 15 secondes à la même hauteur, soit $4^{m},42$. Le résultat mécanique serait le même. Mais la dépense en O^2 absorbé atteindrait 325^{cm^3} dans le premier cas et 243^{cm^3} seulement dans le second. D'où un gain d'environ 25 pour 100. C'est une économie considérable dont il y aura lieu de reparler. »

PHYSIQUE. — *Perfectionnements apportés au procédé photographique pour enregistrer l'action des rayons* N *sur une petite étincelle électrique.* Note de M. R. **Blondlot**.

« J'ai décrit précédemment (¹) une méthode pour enregistrer par la photographie le renforcement que l'éclat d'une petite étincelle éprouve par l'action des rayons N. Je vais indiquer quelques perfectionnements qui facilitent notablement l'exécution de ces opérations délicates.

» En premier lieu, il est très avantageux de concentrer les rayons N sur l'étincelle à l'aide d'une lentille d'aluminium : à l'aide de cette lentille, placée entre la lanterne qui contient la lampe Nernst et la caisse où sont disposées l'étincelle et la plaque photographique, on forme sur l'étincelle un foyer conjugué du filament de la lampe, en se guidant pour ce réglage sur l'éclat de l'étincelle observée à travers un verre dépoli. Je n'ai pas constaté qu'il y eût lieu de choisir l'un plutôt que l'autre des foyers dus aux radiations d'indices différents émises par la lampe Nernst.

» Les pointes de platine entre lesquelles jaillit l'étincelle, examinées au microscope, doivent présenter une convexité bien régulière et être

(¹) Voir *Comptes rendus*, t. CXXXVIII, p. 1227.

exactement en regard l'une de l'autre. Pour obtenir une étincelle sensible, je commence par rapprocher les pointes jusqu'au contact, puis je les écarte très lentement jusqu'à ce que l'étincelle, après avoir augmenté d'éclat, commence à diminuer: c'est vers ce maximum d'éclat que l'étincelle possède aussi son maximum de sensibilité; on s'assurera avec soin que l'étincelle éprouve un renforcement bien visible par l'action des rayons N. Il est utile, tant pour la photographie que pour l'examen de l'étincelle, de couvrir le verre dépoli d'un papier noir percé seulement d'un trou de 18^{mm} de diamètre vis-à-vis de l'étincelle : par ce moyen, l'impression photographique est mieux limitée et plus nette.

» Une dernière amélioration consiste à employer, pour le développement, un bain agissant très lentement. Grâce à ce moyen, on peut réussir à arrêter le développement avant que celle des deux images qui a été produite sans l'action des rayons N ait commencé à apparaître, bien que l'autre ait déjà une intensité notable; si l'on préfère prolonger le développement, on obtient toujours des images inégales dans le sens prévu. Comme contrôle du bon fonctionnement de l'appareil, on peut, soit supprimer les rayons N pendant la photographie, soit les faire agir en enlevant le papier mouillé ou en le mouillant avec de l'eau salée : les deux images apparaissent alors simultanément au développement et demeurent égales en intensité. Toutes ces expériences ont été répétées un grand nombre de fois, sans un seul insuccès, en présence, ou pour mieux dire avec la coopération de savants éminents qui, à différentes reprises, m'ont fait l'honneur de venir voir mes expériences. »

PHYSIQUE. — *Actions des forces magnétique et électrique sur l'émission pesante; entraînement de cette émission par l'air en mouvement.* Note de M. **R. Blondlot**.

« L'expérience très simple que voici montre que les forces magnétiques dévient l'émission pesante. Une pièce de 5^{fr} étant assujettie horizontalement, et un écran à sulfure de calcium phosphorescent étant placé à 50^{cm} au-dessous, chaque fois que cet écran est amené dans la verticale de la pièce, il devient plus visible que dans les positions voisines : suivant l'explication que j'ai donnée et qui, à ce que je crois, s'impose, la pièce projette vers le bas une émission pesante qui, tombant sur l'écran, avive la phosphorescence. Si maintenant, de la colonne formée par cette émission,

on approche un aimant, on voit l'éclat de la phosphorescence diminuer; dès que l'on écarte l'aimant, cet éclat reprend sa première intensité. Pour que l'expérience réussisse, il faut que l'aimant soit placé de telle sorte que ses lignes de force rencontrent les trajectoires verticales de l'émission sous un angle notable; l'action de l'aimant est, au contraire, nulle quand ses lignes de force sont presque verticales dans la région située entre la pièce et l'écran. Tout cela fait entrevoir que l'émission pesante doit se comporter dans le champ magnétique comme un courant électrique (¹).

» Il est essentiel de remarquer que les changements d'éclat que l'on observe dans les expériences précédentes ne peuvent être dus à l'action propre de l'aimant, car, comme on sait, cette action est toujours une augmentation.

» Afin d'étudier ces phénomènes d'une manière plus rigoureuse et plus précise, j'ai installé l'appareil suivant. Sur une table sont placés deux barreaux aimantés identiques NS, N'S' à section carrée (longueur 50^{cm}, côté de la section 4^{cm}), parallèlement l'un à l'autre, de façon que leurs pôles de noms contraires, N et S' d'une part, S et N' d'autre part, soient en regard l'un de l'autre, et laissent entre eux un intervalle de 6^{cm}. Les aimants sont assujettis en porte-à-faux sur le bord de la table de telle façon que le champ compris entre N et S' se trouve en dehors de la table, et qu'ainsi l'espace soit libre au-dessus et au-dessous. Chacun des aimants est enveloppé complètement dans une feuille de plomb et enfermé dans un vase en verre, afin d'éliminer les actions qu'il pourrait exercer sur le sulfure, soit par des rayons N, soit par son émission pesante; on vérifie du reste que le sulfure promené tout autour des aimants, à quelques centimètres de distance, n'en éprouve aucune action appréciable.

» Une pièce de 5^{fr} est assujettie un peu au-dessus du champ NS' et, de cette façon, la colonne d'émission pesante qui tombe de la pièce traverse ce champ.

» L'exploration de l'espace à l'aide d'un écran phosphorescent fournit alors les résultats suivants : on trouve encore, comme en l'absence du

---

(¹) C'est seulement après l'envoi de la présente Note à l'Académie que j'ai eu connaissance du travail de M. Jean Becquerel concernant l'action du champ magnétique sur les rayons N et N_1 (*Comptes rendus*, t. CXXXVIII, p. 1586). L'analogie est frappante entre les propriétés de l'émission pesante et celles des rayons issus des sources qu'a étudiées M. Jean Becquerel. Le rapprochement qu'il indique avec les rayons cathodiques est encore rendu plus intéressant par cette analogie.

champ magnétique, une colonne d'émission tombant verticalement de la pièce, mais, en outre, on en trouve deux autres, descendant aussi de la pièce, mais déviés de part et d'autre de la précédente dans le plan vertical mené parallèlement aux barreaux aimantés à égale distance de ceux-ci; la déviation, mesurée à 64^{cm} au-dessous de la pièce, est d'environ 11^{cm} de part et d'autre. Le champ magnétique NS′ était très faible, inférieur à 100 unités C.G.S.

» On voit immédiatement que ces faits s'expliquent si l'on admet que la pièce émet trois sortes de particules : 1° des particules non électrisées; 2° des particules électrisées positivement; 3° des particules électrisées négativement. Chacun des *trains* de particules électrisées forme en effet un courant de convection, lequel, d'après la célèbre expérience de Rowland, est dévié par un champ magnétique comme un courant de conduction de même sens et de même débit.

» Cette hypothèse de l'électrisation des particules se prête à une vérification immédiate : chacune des deux colonnes déviées doit être attirée ou repoussée par un corps électrisé; c'est ce qu'il est en effet aisé de constater : un bâton de résine frotté, approché de l'une de ces colonnes, la repousse, comme on le reconnaît en la suivant dans son déplacement à l'aide de l'écran phosphorescent; l'autre colonne est, au contraire, attirée. Un bâton de verre frotté produit des effets inverses.

» Quant à la colonne qui n'est pas déviée par le champ magnétique, elle n'éprouve non plus aucune action de la part de ces corps électrisés.

» On peut aller plus loin : considérons l'une ou l'autre des deux colonnes déviées, par exemple celle qui est repoussée par la résine frottée : cette répulsion montre qu'elle est formée de particules électrisées négativement, et, comme ces particules se meuvent de haut en bas, elles forment un courant de convection assimilable à un courant de conduction ascendant; on peut donc prévoir le sens de la déviation par le champ magnétique. Le sens ainsi prévu concorde avec celui que montre l'expérience.

» Au cours de toutes ces expériences, j'ai eu l'occasion de constater quelques perturbations, peu marquées toutefois et ne masquant en rien les phénomènes; je ne tardai pas à reconnaître qu'elles étaient dues à des courants d'air. En dirigeant un courant d'air, même faible, sur l'émission pesante, on en dévie le cours; un éventail agité à la distance de 2^{m} produit déjà un effet notable. Ainsi, l'air entraîne partiellement l'émission dans ses déplacements. Inversement, l'émission en mouvement doit entraîner l'air et, par suite, éprouver de ce chef une certaine résistance.

C'est sans doute pour cette raison que les trajectoires de l'émission pesante ne sont pas exactement des paraboles, mais bien des courbes paraissant avoir une asymptote verticale, comme dans le cas d'un projectile lancé dans un milieu résistant.

» Je consignerai ici le fait important suivant, bien qu'il n'ait pas de liaison immédiate avec ce qui précède : l'émission pesante agit sur une petite étincelle électrique comme les rayons N, et cette action peut être aisément enregistrée par la photographie. »

M. **Armand Gautier**, en présentant la 2[e] édition de son Ouvrage sur « l'Alimentation et les régimes », s'exprime comme il suit :

« J'ai l'honneur d'offrir à l'Académie des Sciences la 2[e] édition de mon Ouvrage : *L'Alimentation et les régimes chez l'homme sain et chez les malades* ([1]).

» Quoique ne paraissant que quelques mois après la première, cette seconde édition s'est enrichie de nombreux documents et Chapitres nouveaux. On citera particulièrement ceux qui sont relatifs aux mécanismes de l'assimilation et de l'action des ferments; aux coefficients d'utilisation des aliments; au rôle des sels dans l'économie; à la fixation des régimes suivant les climats, le poids, la taille, les états pathologiques. On y trouvera un résumé des beaux travaux d'Atwater sur la nutrition. »

NOMINATIONS.

L'Académie procède, par la voie du scrutin, à la nomination d'un Membre, dans la Section d'Économie rurale, pour remplir la place laissée vacante par le décès de M. *Duclaux*.

Au premier tour de scrutin, le nombre des votants étant 52,

M. Maquenne	obtient.	46	suffrages
M. Viala	»	4	»
M. Künckel d'Herculais	»	1	»

Il y a un bulletin blanc.

M. **Maquenne**, ayant obtenu la majorité absolue des suffrages, est pro-

([1]) Paris, juin 1904. Masson, éditeur.

clamé élu. Sa nomination sera soumise à l'approbation du Président de la République.

L'Académie procède, par la voie du scrutin, à la nomination d'un Correspondant dans la Section d'Anatomie et Zoologie, en remplacement de M. *Alexandre Agassiz*, élu Associé étranger.

Au premier tour de scrutin, le nombre des votants étant 47,

M. Waldeyer obtient la majorité absolue des suffrages.

M. **Waldeyer** est élu Correspondant de l'Académie.

MÉMOIRES LUS.

M. **Vidal** donne lecture d'un compte rendu, signé par le colonel et des officiers du 22e régiment d'infanterie coloniale, concernant une observation relative à l'action des engins paragrêles sur les phénomènes orageux :

« Le 2 avril 1904, vers 8^{h}30^m du matin, une violente bourrasque de neige, venant de l'est est tombée sur tout le territoire d'Hyères. Les flocons en étaient serrés et, par moments, plus larges qu'une pièce de cinq francs.

» Au bout de quelques minutes, nous avons entendu M. le Dr Vidal, dont la propriété est voisine de la caserne du 22e Colonial, tirer quatre ou cinq de ses pétards paragrêles.

» L'effet en a été pour ainsi dire instantané; la neige a cessé de tomber sur nous ainsi que sur la propriété du Dr Vidal, tandis qu'elle continuait à tomber, pendant plus de 15 minutes, sur les propriétés plus éloignées, formant ainsi les parois d'un immense puits de 500^m à 700^m de diamètre, dont le poste de tir était incontestablement le centre.

» Cette intéressante et très concluante expérience a eu pour témoins une grande partie des officiers du 22e Colonial et le reste du personnel de notre régiment. »

MÉMOIRES PRÉSENTÉS.

M. **Alfred Brust** soumet au jugement de l'Académie un « Nouveau barême automatique pour calculs d'intérêts ».

(Renvoi à l'examen de MM. Maurice Levy.)

M. **Augustin Coret** demande l'ouverture d'un pli cacheté qu'il a déposé le 13 août 1894 et dont le dépôt a été accepté.

Ce pli, inscrit sous le n° 5039, est ouvert en séance par M. le Président. Il renferme une Note, accompagnée d'un dessin, sur un « Instrument de mesures électriques pour courants continus et pour courants alternatifs ».

(Renvoi à l'examen de M. Lippmann.)

CORRESPONDANCE.

M. **Wallon**, Président du Comité de souscription pour le monument élevé à *Pasteur*, à Paris, place de Breteuil, invite l'Académie à se faire représenter à l'inauguration de ce monument qui aura lieu le samedi 16 juillet, à 9 heures trois quarts, en présence du Président de la République.

L'Académie charge son Président de la représenter à cette cérémonie.

M. le **Secrétaire perpétuel** signale, parmi les pièces imprimées de la Correspondance :

1° Un Ouvrage de M. *Félix Henneguy*, intitulé : « Les Insectes; Morphologie, Reproduction, Embryogénie ». (Présenté par M. Giard.)

2° Un Volume ayant pour titre : « Travaux de la Station franco-scandinave de sondages aériens, à Hald; 1902-1903 ». (Présenté par M. Mascart.)

M. **Eug. Tisserand**, élu Correspondant dans la Section d'Économie rurale, adresse ses remercîments à l'Académie.

GÉOMÉTRIE. — *Sur certaines classes de surfaces isothermiques.* Note de M. L. **Raffy**.

« Il n'existe, à ma connaissance du moins, que *deux* classes distinctes de *surfaces isothermiques* (ou surfaces à lignes de courbure isothermes) dont on ait pu exprimer les coordonnées d'une manière *entièrement explicite* au moyen de *deux fonctions arbitraires;* ce sont : 1° les surfaces minima et leurs inverses, 2° les surfaces de M. Thybaut et leurs inverses.

» Pour les unes comme pour les autres, les arguments des fonctions arbitraires sont les paramètres des lignes de longueur nulle. Mais cette propriété n'est pas la seule qui leur soit commune; en effet, *si l'on multiplie l'élément linéaire de l'une de ces surfaces par le carré de la demi-différence g de ses courbures principales, on obtient l'élément linéaire d'une sphère de rayon* 1. Pour le vérifier, rappelons d'abord que si l'on désigne par $\pm R$ les rayons principaux d'une surface minima, par ds^2 son élément linéaire, par $d\sigma^2$ celui de sa représentation sphérique, on a les relations bien connues

$$ds^2 = R^2 \, d\sigma^2, \qquad g^2 R^2 = 1,$$

d'où résulte notre proposition. Quant aux surfaces isothermiques (I) de M. Thybaut, elles sont définies par la propriété que toutes leurs sphères harmoniques touchent un même plan; leur élément linéaire (*Ann. de l'Éc. norm. supér.*, 1900, p. 586) a pour expression

$$ds^2 = \frac{4A'(\alpha)\,B'(\beta)\,d\alpha\,d\beta}{g^2[1 + A(\alpha)\,B(\beta)]^2};$$

ainsi $g^2 \, ds^2$ est bien l'élément linéaire d'une sphère de rayon 1.

» D'autre part, il est aisé de voir que, si cette propriété appartient à une surface, elle appartient aussi à toutes les surfaces inverses, quels que soient le pôle et la puissance d'inversion. En conséquence, les inverses des surfaces minima et les inverses des surfaces de M. Thybaut jouissent de la propriété ci-dessus; de plus, des inversions réitérées conduiront toujours à des surfaces jouissant de cette même propriété.

» Or, si l'on fait abstraction de la symétrie et de la position, deux inversions successives peuvent être remplacées par une seule. Il semble donc qu'on n'obtiendra jamais par ce moyen que des surfaces minima, des surfaces (I) et des surfaces qui se déduiront de celles-là *par une seule inversion*. Mais il n'en est rien. On doit, en effet, avoir égard à un cas singulier remarquable, pour lequel la propriété du produit de deux inversions n'a plus lieu : c'est celui où les deux inversions successives ont pour pôles deux points *distincts*, mais *situés à distance nulle* l'un de l'autre.

» Voici deux propriétés faciles à démontrer : *Si l'on considère toutes les sphères qui passent par un point fixe et qu'on prenne leurs inverses par rapport à un point fixe situé à distance nulle du premier, toutes ces sphères inverses ont leurs centres sur un plan isotrope qui ne contient pas le pôle d'inversion;* réciproquement, *si l'on considère toutes les sphères qui ont leurs centres sur un plan isotrope et qu'on prenne leurs inverses par rapport à un point situé*

hors du plan isotrope, toutes ces sphères inverses passent par un même point, situé à distance nulle du pôle d'inversion.

» Dès lors, comme on sait que l'inversion conserve la propriété des sphères harmoniques, si l'on soumet une surface minima (S_0) à une inversion par rapport à un pôle P_1, la transformée (S_1) sera telle que toutes ses sphères harmoniques passeront par le point P_1 (propriété *caractéristique* des surfaces minima). Si l'on prend l'inverse (S_2) de (S_1) par rapport à un point P_2 situé à distance nulle de P_1, les sphères harmoniques de (S_2) auront toutes leurs centres sur un plan isotrope, ce qui montre d'abord que toutes les surfaces (S_2) sont imaginaires, ensuite qu'elles sont essentiellement distinctes des surfaces minima, des surfaces (I) et des surfaces qu'on déduit de celles-là par une seule inversion. Si l'on soumet à l'inversion une surface (S_2) par rapport à un pôle P_3 situé sur le plan isotrope lieu des centres des sphères harmoniques, on retrouve une surface douée de la même propriété. Mais si le pôle P_3 est hors de ce plan isotrope, la surface (S_2) se transforme en une surface dont toutes les sphères harmoniques passent par un point fixe situé à distance nulle de P_3, c'est-à-dire en une surface (S_1) inverse de surface minima.

» Ainsi *les surfaces* (S_2) *sont les inverses des inverses des surfaces minima, la seconde inversion étant faite d'un pôle* P_2 *situé à distance nulle du point* P_1 *que l'on a pris comme pôle pour faire l'inversion des surfaces minima.* Il va sans dire qu'elles sont isothermiques, qu'elles jouissent de la propriété relative au produit $g^2 ds^2$, enfin que leurs coordonnées, comme celles des surfaces minima, s'expriment d'une manière entièrement explicite au moyen de deux fonctions arbitraires. En leur appliquant la transformation de Bour et Christoffel, on retrouve des surfaces de même définition.

» Ces surfaces (S_2) peuvent être identifiées avec une classe assez peu étudiée de surfaces, signalées par Ossian Bonnet (*Journ. Ec. Polytechnique*, cahier 42) comme étant de celles qui admettent une série continue de déformations sans altération des courbures principales. Mais l'illustre géomètre s'est contenté de les définir intrinsèquement. J'ai démontré en 1893 (*Bull. Soc. mathém. de France*) l'isothermie des surfaces d'Ossian Bonnet. En 1897, M. Hatzidakis (*Journ. de Crelle*, t. 117) a exprimé leurs coordonnées par des formules où des fonctions arbitraires figurent sous les signes d'intégration.

» Je prouverai dans une prochaine Communication que les cinq classes de surfaces considérées ci-dessus sont les seules surfaces isothermiques qui jouissent de la propriété relative au produit $g^2 ds^2$ et je résoudrai en même

temps un problème qui se rattache aux importantes recherches de M. Darboux sur les surfaces isothermiques (*Comptes rendus*, t. CXXVIII). »

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur une classe d'équations aux dérivées partielles du second ordre.* Note de M. J. CLAIRIN, présentée par M. Appell.

« La détermination de toutes les équations aux dérivées partielles du second ordre à deux variables indépendantes réductibles à des équations linéaires par une transformation de Bäcklund semble difficile dans l'état actuel de cette théorie : je me suis proposé d'étudier un cas particulier de ce problème.

» Une équation linéaire aux dérivées partielles du second ordre admet toutes les transformations infinitésimales de contact dont les fonctions caractéristiques sont de la forme $\lambda z + \varphi(x, y)$, λ représentant une constante et $\varphi(x, y)$ une intégrale de l'équation considérée; les lettres x, y, z ont leur signification ordinaire, comme les lettres p, q, r, s, t qui seront employées plus loin. Il peut, dans certains cas, exister d'autres transformations infinitésimales de contact qui laissent invariante une équation linéaire aux dérivées partielles du second ordre : Sophus Lie a déterminé toutes les équations qui jouissent de cette propriété ([1]). D'après un théorème général ([2]), on peut de chacune de ces équations déduire des équations de Monge-Ampère à l'aide de transformations de Bäcklund de deuxième espèce.

» Les équations trouvées par Lie appartiennent à deux types différents : je m'occuperai seulement dans cette Note de celles qui sont de la forme

$$s + Y(y)q + z = 0, \tag{1}$$

réservant l'étude des autres pour une Note ultérieure.

» La transformation

$$x_1 = q, \qquad y_1 = y, \qquad z_1 = z,$$
$$p_1(Yq + z) + p = 0$$

fait correspondre à l'équation (1) l'équation

$$(2) \quad \begin{cases} [z_1 + x_1 Y(y_1)][(q_1 - x_1)r_1 - p_1 s_1] \\ \quad -p_1\{[Y'(y_1) + 1]x_1 p_1 - Y(y_1)q_1 - z_1\} = 0. \end{cases}$$

([1]) *Archiv for Mathematik og Naturvidenskab*, t. VI, 1881, p. 328.

([2]) *Annales de l'École Normale supérieure*, 3e série, t. XIX, 1902, Suppl., p. 20.

» Si Y est une fonction linéaire, l'on peut supposer l'équation (1) mise sous la forme

$$(3) \qquad s + \alpha y q + z = 0,$$

en désignant par α une constante, et effectuer d'autres transformations. La lettre λ représentant toujours une constante arbitraire, la transformation

$$x_1 = x^\lambda q, \qquad y_1 = xy, \qquad z_1 = x^{\lambda+1} z,$$
$$(z_1 + \alpha x_1 y_1 - \lambda x_1) p_1 - y_1 q_1 + (\lambda + 1) z_1 + x^{\lambda+2} p = 0$$

permet de déduire de l'équation (3) l'équation

$$(4) \quad \begin{cases} (z_1 + \alpha x_1 y_1 - \lambda x_1)[(q_1 - x_1) r_1 - p_1 s_1] \\ \quad - y_1[(q_1 - x_1) s_1 - p_1 t_1] \\ \quad - p_1[(\alpha + 1) x_1 p_1 - (\alpha y_1 - \lambda + 1) q_1 + z_1 - x_1] = 0. \end{cases}$$

On peut également à l'aide de la transformation

$$x_1 = e^{\alpha x y - \frac{\lambda\alpha}{2} y^2}, \qquad y_1 = x - \lambda y,$$
$$z_1 + x_1 q = 0, \qquad p_1 - y_1 + x_1 q_1 (p + \alpha y z) = 0$$

passer de l'équation (3) à l'équation

$$(5) \quad \begin{cases} (z_1 - \alpha x_1 y_1)[(q_1 - x_1) r_1 - p_1 s_1] + \lambda[(q_1 - x_1) s_1 - p_1 t_1] \\ \qquad + p_1[(\alpha - 1) x_1 p_1 - \alpha y_1 q_1 + z_1] = 0. \end{cases}$$

» Les transformations que nous avons indiquées sont des transformations (B_2), mais ce ne sont pas les seules transformations que l'on puisse employer pour remplacer par des équations linéaires les équations obtenues, sans parler naturellement des transformations que l'on déduirait des précédentes en effectuant une transformation de contact. Il existe en particulier une infinité de transformations (B_3) permettant de remplacer les équations (2), (4), (5) par des équations linéaires déduites de (1) ou de (3) à l'aide de transformations de M. Lucien Lévy. »

HYDRODYNAMIQUE. — *Remarques sur la propagation des percussions dans les gaz.* Note de M. E. **Jouguet**, présentée par M. Jordan.

« 1. Dans un fluide visqueux, si les quantités ν_x, ν_y, ν_z, τ_x, τ_y, τ_z sont infinies avec les dérivées partielles $\frac{\partial u}{\partial x}$, $\ldots$, $\frac{\partial w}{\partial z}$, il ne peut se propager

aucune onde de choc : ce théorème a été démontré par M. Duhem, auquel nous empruntons ici ses notations ([1]). C'est ce qui arrive, en particulier, quand $\nu_x, \ldots, \tau_z$ ont la forme classique

$$\nu_x = -\lambda\left(\frac{\partial u}{\partial x} + \frac{\partial v}{\partial y} + \frac{\partial w}{\partial z}\right) - 2\mu\frac{\partial u}{\partial x}.$$

» Mais supposons le fluide très peu visqueux, comme le sont les gaz naturels, c'est-à-dire λ et μ très petits. On y pourra alors observer des *quasi-ondes de choc* dont l'épaisseur sera de l'ordre de grandeur de λ et μ. Dans le mouvement d'un tel fluide, la viscosité sera négligeable *partout ailleurs qu'à la traversée de la quasi-onde* ([2]). Si l'épaisseur de la quasi-onde est assez petite pour qu'une longueur très grande par rapport à cette épaisseur puisse encore être considérée comme infiniment petite, les lois de sa propagation seront données par les formules de Riemann et Hugoniot. En particulier, pour les gaz parfaits, le mouvement étant supposé adiabatique, la loi de Poisson sera remplacée par la loi adiabatique dynamique d'Hugoniot.

» 2. A la traversée de la quasi-onde, le travail de la viscosité doit être négatif, et, par suite, le phénomène étant adiabatique, l'entropie spécifique doit croître. Or, considérons un mouvement 2 se propageant dans un mouvement 1. La loi d'Hugoniot est

$$(1) \qquad \frac{p_1 + p_2}{2} + E\frac{\rho_1\rho_2}{\rho_1 - \rho_2}(U_2 - U_1) = 0$$

(ρ densité, p pression, U énergie interne spécifique, E équivalent mécanique de la chaleur). S'il s'agit de gaz parfaits, elle s'écrit

$$(1)' \qquad p_2 = p_1\frac{(m+1)\rho_2 - (m-1)\rho_1}{(m+1)\rho_1 - (m-1)\rho_2}$$

(m rapport des chaleurs spécifiques).

» Il est facile de voir, en tenant compte de (1)', que la différence d'entropie $s_2 - s_1$ a le signe de $\rho_2 - \rho_1$. L'existence, dans un gaz parfait peu visqueux, d'une quasi-onde de choc propageant une dilatation *suivant la loi d'Hugoniot* serait donc contraire au principe de Clausius. Ce résultat est à rapprocher de ce qu'a dit Hugoniot sur la stabilité des discontinuités.

([1]) DUHEM, *Recherches sur l'Hydrodynamique*, 1re série, p. 89.

([2]) En particulier, on pourra parler de la *pression en un point du fluide* pour tout point extérieur à la quasi-onde.

» Dans ce qui suit, nous parlerons d'*ondes de choc;* il doit être entendu qu'il s'agira de quasi-ondes.

» 3. Plaçons-nous dans le cas des ondes planes. Le fluide est supposé enfermé dans un tuyau rectiligne, indéfini d'un côté, fermé de l'autre par un piston II. Soient a l'abscisse, r la densité d'une tranche dans l'état initial, x et ρ les mêmes quantités pour la même tranche au temps t. La vitesse D, *par rapport au champ des variables a, r de Lagrange*, d'une onde de choc séparant deux mouvements 1 et 2 est donnée par

$$(2) \qquad D = \frac{\rho_1 \rho_2}{r^2} \frac{p_2 - p_1}{\rho_2 - \rho_2}.$$

» Les mouvements 1 et 2 sont adiabatiques. Dans l'un comme dans l'autre, la pression est fonction de la densité seule. Soient H_1 et H_2 les vitesses du son dans l'un et dans l'autre,

$$(3) \qquad H_1^2 = \frac{\rho_1^2}{r^2}\left(\frac{dp}{d\rho}\right)_1, \qquad H_2^2 = \frac{\rho_2^2}{r^2}\left(\frac{dp}{d\rho}\right)_2.$$

» Imaginons que le gaz soit d'abord immobile,

$$x_1 = a, \qquad \rho_1 = r.$$

Brusquement, le piston II prend la vitesse V de manière à comprimer le gaz. Hugoniot a montré qu'un mouvement

$$x_2 = Ma + Vt + P$$

prend naissance et se propage dans 1 avec la vitesse D. Au bout d'un certain temps, supposons que la vitesse du piston II, restée uniforme et égale à V jusque-là, varie d'une manière continue. Il naît alors un mouvement 3

$$x_3 = f(a, t)$$

dans lequel la pression et la densité sont liées par la même loi que dans le mouvement 2 et qui se propage dans 2 avec la vitesse H_2. Le point représentatif x_3, a, t du mouvement décrit une surface développable; nous admettrons qu'il ne traverse pas l'arête de rebroussement de cette surface. Le temps écoulé entre la prise, par le piston, de la vitesse V et la naissance du mouvement 3 peut être aussi petit qu'on veut : on a alors une onde de choc séparant 1 et 3. Il est évident que, pour que cette onde propage le mouvement 3 dans le mouvement 1 sans altération, il faut que les vitesses D et H_2 soient égales.

» 4. Or, prenons comme exemple les gaz parfaits pour lesquels

$$H_1^2 = m\frac{p_1\rho_1}{r^2}, \qquad H_2^2 = m\frac{p_2\rho_2}{r^2}.$$

Il est facile de vérifier que $D - H_1$ et $H_2 - D$ ont le signe de $\rho_2 - \rho_1$. Comme $\rho_2 > \rho_1$ en vertu de l'article 2, on voit que

(4) $$H_1 < D < H_2.$$

» L'onde de choc se propagera donc en s'altérant, c'est-à-dire avec une vitesse variable, résultat conforme aux expériences de M. Vieille.

» 5. Ainsi que nous l'avons fait remarquer dans une Note antérieure ([1]), toutes les formules de Riemann et Hugoniot sur la propagation des ondes de choc subsistent si le fluide étudié est le siège d'une réaction chimique, c'est-à-dire si la définition de son état exige l'intervention d'une variable chimique. Les raisonnements de l'article 3 s'appliquent encore à ce cas, à condition que les mouvements 1, 2, 3 soient tels que la pression y soit une fonction de la seule densité, ladite fonction pouvant, d'ailleurs, être différente pour le mouvement 1 d'une part et pour les mouvements 2 et 3 de l'autre. Nous essayerons, dans une prochaine Note, d'utiliser cette remarque pour l'interprétation de l'onde explosive. »

AÉRONAUTIQUE. — *Sur une nouvelle hélice aérienne.* Note de MM. **H. Hervé** et **H. de La Vaulx**, présentée par M. Maurice Levy.

« Les expériences du ballon maritime *Le Méditerranéen* n'avaient porté jusqu'ici que sur l'emploi d'appareils passifs utilisant, pour la stabilité verticale, le plan d'équilibre de la surface de la mer, et, pour la dirigeabilité relative, ou déviation, la puissance du vent et la réaction de l'eau sur des organes appropriés. Les résultats obtenus permirent de passer à l'étude de dispositifs d'un ordre supérieur, c'est-à-dire d'engins actifs réalisant l'équilibre sans exiger de contact avec la surface liquide, et communiquant à l'aérostat une vitesse propre capable de le soustraire aux calmes, de produire une déviation à toute altitude et de contribuer indirectement à la stabilité verticale indépendante en déterminant, au moyen du vent relatif créé par la vitesse, l'équilibre thermique entre l'air ambiant et le gaz de

([1]) *Comptes rendus*, séance du 18 mars 1901.

l'aérostat. Nous avions établi, en effet, cette propriété dès nos premières expériences d'aéronautique maritime, au cours desquelles nous eûmes l'occasion d'observer longuement le rôle stabilisateur très efficace du vent relatif provoqué par la résistance du déviateur.

» L'exécution des essais concernant cette nouvelle série de recherches nous obligeait provisoirement à conserver la forme sphérique du sustentateur, afin de ne pas ajouter à tant d'autres difficultés celles qui résultent des exigences de la stabilité propre d'un aérostat allongé adapté aux besoins spéciaux de la locomotion aéromaritime. L'emploi d'une carène aussi résistante interdit encore, il est vrai, de compter sur la possibilité de longues traversées normales par ce moyen, mais il permet d'étudier en sécurité un grand nombre de problèmes relatifs aux applications d'une force motrice importante dans ces conditions, et de préparer utilement les expériences suivantes dans lesquelles la simple substitution d'une carène de très faible allongement à la sphère actuelle permettra aisément de doubler la vitesse.

» Or, pour obtenir un résultat appréciable avec un aérostat sphérique à moteur, il importait notamment d'apporter un soin particulier à l'établissement de l'organe propulseur.

» Le travail disponible sur l'arbre était limité par des motifs de poids et de durée de fonctionnement du moteur. Le diamètre maximum de l'hélice était donné par les proportions nécessaires de la suspension et par l'obligation de manœuvrer le propulseur en tous sens sous des angles considérables. L'emploi du métal pour les surfaces des ailes fut adopté dans le but de réduire les résistances directe et de frottement. Or, le diamètre pouvant atteindre $7^{m},30$, et cette dimension devant être acceptée afin d'utiliser avantageusement l'inertie du fluide en agissant sur une colonne d'air de grande section et en réduisant la vitesse de rotation, il devenait indispensable de choisir un mode de construction capable d'assurer la *permanence de la forme* du propulseur dans les conditions de légèreté requises, ce qui fut obtenu par le couplage de quatre ailes, réunies en deux paires au moyen d'entretoises.

» Afin d'étudier isolément le rôle de chacun des éléments principaux de ce type d'hélices, nous fîmes construire en 1902 une machine d'essais permettant de mesurer simultanément, sur des hélices réduites à $\frac{1}{6}$, le travail et la poussée, non seulement au point fixe, mais en avancement.

» Les résultats suivants sont relatifs à une série d'expériences effectuées sur le grand propulseur au point fixe, en lieu clos, et en sustentation. Cette dernière disposition

était facile à réaliser grâce au mode de calage variable des ailes sur le moyeu. On remarquera toutefois que l'hélice n'a pas été spécialement construite en vue de cette application et qu'elle était expérimentée dans des conditions défavorables.

Nombre d'ailes	4 couplées
Nature des surfaces actives	aluminium poli, bords tranchants
Diamètre	$7^m,30$
Surface propulsive développée	$3^{m^2},84$
Longueur d'aile (partie active)	$2^m,40$
Largeur l variable	$0^m,35$ à $0^m,45$
Rapport du pas au diamètre	0,36
Surface couverte	44^{m^2}
Rapport de la surface couverte à la surface alaire projetée	23
Flèches des surfaces actives, à la base	$\frac{1}{15}$
Flèches des surfaces actives, au sommet	$\frac{1}{25}$
Espacement des ailes couplées, à la base	$0,8l$
Espacement des ailes couplées, au sommet	$0,9l$
Incidence constante suivant Drzewiecki	6°
Pas	$2^m,63$
Fraction de pas totale	$0^m,184$ ou 0,07 du pas
Vitesse angulaire	132 tours par minute
Vitesse tangentielle du centre d'action	36^m par seconde
Puissance P absorbée par le propulseur	18^{chx}
Effort axial F	180^{kg}
Poussée par mètre carré d'ailes	47^{kg}
Efficacité, ou poussée par kilogrammètre	$0^{kg},133$
Rapport $\frac{F^3}{P^2}$ du cube de l'effort au carré du travail	3,2
Poids moyen (avec une partie de l'arbre, sans roue, ni frein)	90^{kg}

» On voit que les caractéristiques de ce type d'hélices s'écartent très notablement des données habituelles. Les expériences préalables sur la machine dynamométrique avaient permis de constater : que la forme des ailes et surtout leur profil courbe sont avantageux à divers points de vue; que le recouvrement nul ou incomplet est très défavorable; qu'un espacement un peu inférieur à la largeur des ailes assure leur indépendance, etc. Il demeure enfin démontré que cette construction se prête à l'établissement d'hélices aériennes métalliques légères et indéformables de grand diamètre. »

ÉLECTRICITÉ. — *Cohésion diélectrique de la vapeur saturée de mercure et de ses mélanges*. Note de M. E. **Bouty**, présentée par M. Lippmann.

« 1. Pour appliquer ma méthode à la mesure de la cohésion diélectrique de la vapeur saturée de mercure, il fallait d'abord posséder un ballon qui, à la plus haute température employée, ne présentât pas de trace de conductibilité. J'ai fait usage d'un ballon plat en silice, d'environ 250^{cm^3} de capacité, fourni par la maison Heraeus de Hanau, aussi semblable que possible aux ballons de verre ou de cristal que j'employais auparavant.

» Des expériences préliminaires, exécutées avec l'air, m'ont permis de constater que, tout au moins jusqu'à 300°, la loi de l'indépendance de la cohésion diélectrique à volume constant par rapport à la température, paraît absolue. Il m'était donc loisible d'opérer, à des températures variables, sur la vapeur saturée de mercure, et de ramener, à l'aide de cette loi, tous les résultats à la température ordinaire. Voici le dispositif de l'expérience :

» Le système du condensateur et du ballon est incliné. Le ballon communique par des tubes à robinet : 1° avec une cuve à mercure mobile; 2° avec une machine pneumatique à mercure; 3° au besoin, avec un récipient contenant un gaz. Pour étudier la cohésion diélectrique de la vapeur de mercure pure, on fait d'abord le vide de Crookes dans le ballon, puis, à l'aide de la cuvette mobile, on amène le niveau du mercure dans le col du ballon, à l'intérieur de l'étuve à température constante, enfin on ferme le robinet de communication, de façon à isoler, dans le col du ballon, une masse invariable de mercure. La vapeur remplit le ballon sous une pression que l'on mesure à l'aide d'un petit manomètre extérieur.

» En opérant ainsi on obtient, sans grande difficulté, des résultats parfaitement cohérents. Les pressions sont ramenées, par le calcul, à la température de 17°; les champs critiques en volts par centimètre se trouvent exprimés par la formule

$$y = -50 + 354\sqrt{p(p+4)} + \frac{0,19}{p^2},$$

tout à fait analogue à celles qui conviennent aux divers gaz que j'ai antérieurement étudiés.

» D'après cette formule, la cohésion de la vapeur de mercure est 354, c'est-à-dire seulement les 0,85 de celle de l'air. Eu égard à la densité considérable de la vapeur de mercure, cette cohésion diélectrique est

remarquablement petite. C'est un premier rapprochement entre le mercure et l'argon.

» 2. Grâce au dispositif indiqué ci-dessus, on peut d'abord introduire dans le ballon un gaz quelconque sous une pression connue, puis y vaporiser du mercure, de manière à obtenir des mélanges où la vapeur de mercure est en proportion continûment croissante avec la température.

» Dans la vapeur de mercure pure, les effluves sont éblouissantes. Vient-on à introduire une petite quantité d'acide carbonique ou d'hydrogène, la lumière devient plus bleue et beaucoup moins vive. La cohésion diélectrique des mélanges formés est sensiblement supérieure à celle que l'on calculerait par la règle des moyennes, mais les écarts, de même signe que pour les mélanges d'argon, sont incomparablement moins importants dans le cas du mercure.

» 3. Il m'a semblé curieux d'étudier aussi ce qui se passe quand l'argon et le mercure, tous deux monoatomiques, se trouvent mêlés. Dans ce cas, le mercure se comporte comme les gaz polyatomiques que j'avais précédemment mêlés à l'argon. La cohésion diélectrique est énormément supérieure à celle que l'on calculerait par la règle des moyennes. »

PHYSIQUE. — *Transport dans le courant des particules ultra-microscopiques.* Note de MM. **A. Cotton** et **H. Mouton**, présentée par M. J. Violle.

« I. Nous avons décrit dans une Note précédente (1) le phénomène qu'on observe lorsqu'on soumet, sous le microscope, l'argent colloïdal de Bredig à l'action d'un courant électrique. Ces phénomènes présentent une grande généralité. Nous les avons observés, non seulement avec les autres colloïdes négatifs que nous avons étudiés, mais avec des suspensions très fines (émulsion de mastic) ou même formées de grains microscopiques beaucoup plus gros.

» Nous avons fait, en même temps, des mesures de vitesse dont nous ne préciserons pas ici les résultats, parce que la vitesse dépend, en particulier, des dimensions de la cuve électrolytique et des électrodes elles-mêmes. Mais si l'on calcule la *mobilité* (vitesse pour une chute de potentiel de 1 volt par centimètre) se rapportant à la couche médiane du liquide, les résultats se simplifient. Les mobilités trouvées sont sensiblement constantes

(1) *Comptes rendus*, 20 juin 1904.

pour un même colloïde, et voisines de celles qu'on a déduites d'observations faites sans microscope. Il est curieux de noter que, *avec tous les liquides étudiés,* qui étaient peu conducteurs (¹), *les mobilités sont du même ordre de grandeur:* toutes celles que nous avons calculées étaient comprises entre 2^{μ} et 4^{μ} par seconde (²).

« Cette remarque que nous croyons nouvelle aurait déjà pu être faite: les mobilités trouvées pour les colloïdes sont en effet très voisines de celles que l'on peut calculer d'après les résultats expérimentaux de Quincke pour des grains considérablement plus gros (grains de lycopode). On est d'ailleurs conduit à faire cette remarque, sans effectuer de mesures, lorsqu'on examine un liquide dans lequel se trouvent simultanément des particules de grosseurs très différentes. Si l'on observe dans la couche centrale, toutes ces particules semblent se mouvoir avec des vitesses très voisines, et l'impression est celle d'un glissement général du champ.

» II. On peut obtenir, comme l'on sait, des liquides colloïdaux positifs, dans lesquels le déplacement sous l'influence du courant se fait vers la cathode, tandis que le sens le plus fréquent est un déplacement vers l'anode. Nous nous sommes servis, par exemple, de l'hydroxyde de fer colloïdal, et aussi des liquides qu'on obtient en « renversant » des colloïdes négatifs, par exemple en ajoutant à l'albumine diluée et chauffée une certaine quantité d'acide (Hardy), ou à une émulsion de mastic une proportion convenable d'une couleur basique d'aniline (rouge neutre) (Neisser et Friedemann).

» Dans ces trois cas, nous avons observé que les granules allaient dans la couche médiane du liquide vers la cathode, et l'on voit ainsi qu'en observant dans cette région une préparation épaisse on est renseigné exactement sur le signe du colloïde. Mais, dans ces trois cas aussi, il existe près des parois des couches inverses, parfois très minces (albumine), où les grains vont vers l'anode, de sorte que *l'inversion du mouvement se produit à la fois pour la couche centrale et pour les couches voisines de la paroi.*

» III. Quelle est maintenant l'explication des faits observés? L'expérience citée plus haut, où l'on voit des particules diverses animées de

---

(¹) Avec les liquides plus conducteurs, les observations sont souvent rendues impossibles par la présence des produits de l'électrolyse et par celle des bulles de gaz. Même avec des liquides peu conducteurs, nous avons fait les observations le plus loin possible des électrodes, et nous les avons prolongées le moins possible.

(²) Il est intéressant de noter, comme vient de le faire M. Jacques Duclaux (*Thèse de Doctorat,* Paris, 22 juin), que ces mobilités se rapprochent de celles qu'on attribue à la majorité des *ions.*

mouvements pareils, pourrait faire supposer que le liquide lui-même est en mouvement, et entraîne les particules comme des masses inertes : cette hypothèse est contredite par les faits.

» Une préparation est disposée de manière à ce qu'on puisse voir le sens global du déplacement du liquide, qui se fait vers l'anode. On examine alors, dans l'étendue d'une même section de liquide normale aux lignes de courant, les vitesses des particules : on trouve que les couches voisines des parois, où les grains vont vers la cathode, sont plus minces que les parties centrales et que les mouvements y sont plus lents. Les particules se meuvent donc par rapport au liquide qui les entoure.

» Nous vérifions ainsi que, conformément aux idées que Quincke émettait déjà à propos de ses expériences, on a affaire à deux phénomènes superposés : 1° le mouvement de déplacement des particules dans le liquide; 2° le mouvement du liquide lui-même au voisinage des parois solides (osmose électrique). Le premier prédomine dans les couches centrales d'une préparation épaisse, le second prend de plus en plus d'importance quand on se rapproche des parois; la superposition des deux mouvements explique tous les phénomènes.

» Le fait signalé plus haut de l'interversion simultanée du mouvement des particules et du liquide est d'accord avec la remarque faite par M. Perrin : on sait que, d'après lui, la nature du liquide joue un rôle prépondérant dans les phénomènes de transport.

» Les mesures faites en courant continu fournissent des renseignements sur les charges hypothétiques que l'on invoque pour expliquer ces phénomènes. La comparaison des résultats obtenus en courant continu et en courant alternatif permettra de les préciser davantage : on voit facilement qu'on peut en déduire une valeur théorique du rapport de la charge à la masse. »

PHOTOGRAPHIE. — *Sur un nouveau procédé de photographie trichrome.* Note de M. **R.-W. Wood**, présentée par M. Lippmann.

« L'analyse des couleurs de l'objet à reproduire se fait comme d'ordinaire en photographiant cet objet trois fois, à travers des verres de couleur. Les trois négatifs obtenus a, b, c servent à produire trois clichés positifs a', b', c'. Il reste à superposer ces positifs et à les colorer, afin de refaire la synthèse des couleurs. C'est ici que ma méthode diffère de celle en usage.

» Pour superposer les trois positifs, je les copie à la chambre noire en projetant leurs images successivement sur une même plaque sensible D, en ayant soin que le repérage soit exact. La plaque sensible D est une lame de verre portant une mince couche de gélatine bichromatée. D'autre part, il faut avoir fabriqué d'avance trois réseaux de diffraction sur verre α, β, γ convenablement calculés. On applique ces trois réseaux successivement contre la lame D pendant que l'on copie les trois positifs; ils s'impriment donc successivement sur la surface de D partout où les positifs a', b', c' présentent des parties transparentes.

» L'épreuve triple D étant développée à l'eau chaude puis séchée, il faut l'observer en lumière parallèle; car elle est invisible à la lumière diffuse. On la regarde par transparence, dans une chambre obscure, en l'éclairant par un bec de gaz éloigné; en même temps on applique à sa surface une lentille convergente; il faut avoir soin de mettre l'œil au foyer de cette lentille marqué par un œilleton. On déplace peu à peu tout l'appareil jusqu'à ce que l'on observe les couleurs. Les trois réseaux α, β et γ ont été tracés de telle manière que le rouge, le vert et le bleu soient déviés dans la même direction par les trois réseaux.

» L'avantage de ce procédé est qu'une fois le positif D obtenu on peut en obtenir aisément des reproductions en le copiant sur une couche de gélatine bichromatée. »

CHIMIE MINÉRALE. — *Sur les deux variétés jaune et rouge d'iodure thalleux et la détermination du point normal de leurs transformations réciproques.* Note de M. D. **Gernez**, présentée par M. Troost.

« On sait que l'iodure thalleux préparé par l'addition d'un iodure soluble à une solution aqueuse d'un sel thalleux est, à la température ordinaire, une poudre jaune qui lavée et séchée se transforme par l'action de la chaleur en une poudre rouge de même composition et susceptible de reprendre, par refroidissement, la forme jaune initiale.

» Ces deux variétés peuvent conserver l'une et l'autre leur individualité propre, aux mêmes températures, dans une étendue considérable de l'échelle thermométrique, depuis la température d'ébullition sous la pression atmosphérique de l'air liquéfié (vers -192°), jusque vers $+200^\circ$. En effet : l'iodure thalleux stable à la température ordinaire est de couleur jaune serin; chauffé graduellement jusqu'à la température de transforma-

tions il passe par des nuances virant graduellement jusqu'à l'orangé et, si on le refroidit au contraire jusqu'à la température d'ébullition de l'air liquide, sa couleur jaune devient de plus en plus pâle. D'autre part, la couleur de l'iodure rouge-rubis, à la température de la transformation, devient de plus en plus foncée lorsqu'on le chauffe jusqu'au point de fusion et, lorsqu'on en abaisse au contraire la température, elle pâlit de plus en plus, tout en restant rouge, même lorsque l'iodure est plongé dans l'air liquide.

» On peut observer ces variations de nuances dans un tube mince, fermé à une de ses extrémités dont la surface intérieure est couverte de grains de poussière d'iodure jaune. On chauffe une partie de cette poussière pour la transformer en iodure rouge, puis on immerge le tube successivement dans l'eau glacée, le chlorure de méthyle, l'acétone carbonique et enfin l'air liquide. Pendant ces étapes de refroidissement, chacune des régions jaune et rouge du tube passe par des nuances de plus en plus pâles mais tout à fait différentes; puis, lorsque, par des immersions dans les mêmes bains mais en sens inverse, on ramène le tube à la température ordinaire, on observe que chacune des deux variétés revient, par des nuances qui sont identiques aux mêmes températures, aux couleurs jaune et rouge primitives.

» La variété jaune peut donc persister avec sa couleur jaune à l'état de faux équilibre, que j'ai jadis désigné sous le nom de *surchauffe cristalline* ou au delà du point normal de transformation. La variété rouge, cristallisée dans le système régulier, peut conserver sa forme et sa couleur lorsqu'on la refroidit depuis les températures supérieures à celle de la transformation jusqu'à celle de l'ébullition de l'air liquéfié; elle est alors à l'état de faux équilibre, nommé par Mallard *surfusion cristalline*.

» Les retards à la transformation dans un sens et dans l'autre peuvent persister très longtemps, si les grains d'iodure qui recouvrent la face interne du tube sont isolés, ou si on les a déposés sur la paroi par sublimation lente de la matière fondue, surtout s'ils sont soustraits au contact de parcelles de la forme stable à la température de l'expérience : je conserve depuis 6 mois des cubes rouges non transformés à des températures qui ont varié de 12° à 25°, c'est-à-dire inférieures de plus de 150° à la température normale de transformation. Cette température a été fixée par Hebberling [1] à 190°. On observe, en effet, que, si l'on chauffe la poudre jaune d'iodure thalleux, on peut en élever la température jusqu'à 190° et même au delà sans observer la transformation en iodure rouge; elle subit la surchauffe cristalline, mais la transformation est possible à une température notamment in-

(1) *Annalen der Chemie und Pharmacie*, t. CXXXIV, 1865, p. 18.

férieure et, pour en déterminer le point normal de transformation, voici comment on peut opérer :

» Dans un tube étroit et mince, on fond l'iodure en une couche adhérente à la paroi contre laquelle elle se solidifie et redevient jaune après refroidissement. On chauffe le tube dans un bain dont on élève graduellement la température, avec une extrême lenteur quand elle est voisine du point à déterminer; on touche alors un des points de la couche jaune avec une parcelle d'iodure rouge. Tant que la température est inférieure au point normal de transformation, la masse jaune ne change pas et même peut transformer en jaune la parcelle rouge; si la température du bain est, au contraire, supérieure au point cherché, la parcelle rouge envahit la région jaune. Si cet effet se produit, on laisse très lentement le bain se refroidir et c'est la région jaune qui envahit à son tour les cristaux rouges.

» On arrive ainsi à une détermination sûre qui n'a qu'un inconvénient, celui d'exercer la patience de l'observateur. La vitesse d'accroissement des cristaux de l'une et l'autre espèce est en effet de moins en moins grande à mesure que la température est plus voisine du point normal de transformation, auquel cas elle est nulle. L'expérience indique que cette température est voisine de 168°, c'est-à-dire 22° inférieure au nombre indiqué par Hebberling et reproduit par tous les Traités, probablement sans avoir été contrôlé. »

CHIMIE MINÉRALE. — *Sur le nitrate et le nitrite thalleux.* Note de M. U. **Thomas**, présentée par M. H. Moissan.

« La place du thallium dans une classification naturelle ne paraît pas encore bien établie. Dans les sels thalleux, le métal, dans un grand nombre de réactions tout au moins, se comporte à la façon des métaux alcalins. Dans les sels thalliques, il se rapproche au contraire des métaux trivalents comme l'or et le bismuth. Quant aux caractères, qui ont permis à certains auteurs de placer le thallium à côté du plomb, ils nous paraissent d'ordre secondaire et ne méritent pas, à notre avis, d'attirer l'attention.

» Un des caractères assez nets des métaux du groupe des alcalins est la décomposition sous l'action de la chaleur des nitrates en nitrites et oxygène. Il nous a semblé intéressant d'étudier la façon dont se comporte, dans les mêmes conditions, le nitrate thalleux.

» Les quelques données qu'on a à ce sujet sont contradictoires et fort incomplètes. Chauffé, le nitrate fond à 205° avec séparation de sesqui-

oxyde, suivant certains auteurs, sans décomposition suivant d'autres. Chauffé plus fortement, il se décomposerait, suivant Carstanjen [1], avec formation de sesquioxyde, de nitrite et d'un composé volatil du thallium.

» Le nitrate de thallium a été chauffé dans un petit tube de platine placé au milieu d'un bain de limaille de fer. La fusion s'effectue à 205°, sans trace de décomposition. Celle-ci ne se produit qu'aux environs de 300°, avec dégagement de vapeurs nitreuses et formation de sesquioxyde. Même à cette température, la décomposition est très lente. Elle se produit très rapidement à une température voisine de la température de fusion de l'antimoine.

» Les produits provenant de la décomposition ont été entraînés à travers de l'acide sulfurique concentré et froid au moyen d'un courant de gaz carbonique, et les gaz non absorbés ont été recueillis sur la cuve à mercure.

» *Résidus de la décomposition.* — Ce résidu consiste en petits cristaux très nets de sesquioxyde, plus ou moins mélangé avec du nitrate non décomposé et des traces extrêmement faibles de nitrite.

» Vu au microscope, l'oxyde thallique Tl^2O^3 se présente en petits prismes rhomboïdaux ou en petits hexagones. Certains rhomboèdres présentent des modifications rappelant tout à fait l'oligiste naturel. Les cristaux sont rhomboédriques. Divers essais effectués dans le but d'obtenir des cristaux mixtes d'oxyde de fer et de thallium ont conduit à des résultats négatifs.

» La densité de l'oxyde cristallisé est très voisine de 10. Des déterminations faites avec différentes préparations m'ont donné les chiffres

D....................	9,95	9,97	9,99

» Cette densité est différente de celle donnée par Lepierre et Lachaud 5,56 [2]. Le chiffre donné par ces chimistes me paraît tout à fait inexplicable.

» *Produits solubles dans l'acide sulfurique.* — L'analyse de la solution sulfurique montre nettement que le gaz absorbé est constitué entièrement par de l'anhydride azoteux, si bien que la réaction de décomposition peut être exprimée par l'équation

$$2\,AzO^3Tl = Az^2O^3 + Tl^2O^3.$$

» *Gaz non absorbables par l'acide sulfurique.* — La quantité de gaz non absorbable est faible. Les gaz consistent en un mélange d'oxygène et d'azote, riche en oxygène. Pour 5^g de nitrate, on recueille de 20^{cm^3} à 25^{cm^3} de gaz.

» L'oxygène dégagé provient vraisemblablement en partie d'une réaction secondaire, la décomposition du nitrate en nitrite et oxygène. Une autre partie provient sans doute, comme l'azote, de la décomposition ultérieure du nitrite formé transitoirement :

$$2\,AzO^2Tl = Tl^2O + Az^2 + O^3.$$

(1) CARSTANJEN, *J. prakt. Chem.*, t. CII, 1867, p. 133.

(2) LEPIERRE et LACHAUD, *Comptes rendus*, t. CXIII, 1891, p. 196.

» On peut, en effet, vérifier que le résidu de la décomposition communique à l'eau une réaction alcaline.

» Toutefois, en effectuant la décomposition directe du nitrite, on peut constater qu'une faible partie seulement se décompose suivant l'équation précédente. La majeure partie se dédouble suivant l'équation :

$$2AzO^2Tl = Az^2O^3 + Tl^2O.$$

» En opérant la décomposition dans un courant d'acide carbonique, le résidu est formé de petites lamelles chatoyantes de carbonate de thallium.

» Chaque fois que l'on chauffe de l'azotate thalleux à température convenable, on peut facilement observer la formation d'un composé volatil du thallium. Celui-ci se produit déjà vers 300°.

» Avec un dispositif approprié, on peut recueillir des quantités notables de produit. En condensant les vapeurs sur une paroi froide, on obtient une substance neigeuse bien cristallisée qui peut être mélangée, si l'on a élevé par trop la température, de petits cristaux noirs de sesquioxyde.

» La substance volatile, à l'état de pureté, fond à 205° et fournit à l'analyse des chiffres qui ne laissent aucun doute sur sa nature : *c'est de l'azotate thalleux* AzO^3Tl, qui s'est volatilisé inaltéré.

» En résumé, la décomposition du nitrate thalleux vers 450° fournit de l'anhydride azoteux et du sesquioxyde bien cristallisé, sans formation appréciable de nitrite. Le nitrite se décompose lui-même d'une façon analogue, en donnant principalement de l'anhydride azoteux et du protoxyde de thallium. Il semble par suite que la stabilité de ce nitrite soit notablement inférieure à la stabilité du nitrite de potasse.

» Enfin, et c'est là un point intéressant à noter, le *nitrate thalleux peut être en partie volatilisé sans subir de décomposition.* »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Synthèse totale du rhodinol, alcool caractéristique de l'essence de roses.* Note de MM. L. **Bouveault** et **Gourmand**, présentée par M. A. Haller.

« L'un de nous a montré en 1896, en collaboration avec M. Barbier (*Comptes rendus,* t. CXXII, p. 529), que la majeure partie des deux essences de roses et de *Pelargonium odoratissimum* est formée du mélange de deux alcools, le géraniol et le rhodinol. Le premier, qui possède une odeur assez agréable mais faiblement rosée, se rencontre dans une foule d'autres essences, tandis que le second n'a été rencontré jusqu'ici que dans ces deux essences, possède une forte odeur de roses et mérite d'être considéré

comme l'alcool caractéristique de l'essence de roses, ce qui lui a fait donner le nom de *rhodinol.*

» MM. Tiemann et Schmidt ont prétendu (*Deut. chem. Gesell.*, t. XXIX, p. 922 et t. XXX, p. 33) que le rhodinol constituait simplement l'inverse optique du citronnellol, alcool préparé par Dodge. Ces affirmations ont été réfutées par M. Bouveault [*Bull. Soc. chim.* (3), t. XXI, p. 419 et 423], qui a fait voir que l'isomérie entre ces deux alcools était d'ordre chimique et tient à la position respective des deux doubles liaisons

$$CH^3-\underset{\displaystyle CH^3}{C}=CH-CH^2-CH^2-\underset{\displaystyle CH^3}{CH}-CH^2-CH^2OH,$$

Rhodinol.

$$CH^2=\underset{\displaystyle CH^3}{C}-CH^2-CH^2-CH^2-\underset{\displaystyle CH^3}{CH}-CH^2-CH^2OH.$$

Citronnellol.

» Cette réfutation a reçu une confirmation éclatante d'expériences postérieures de MM. Harries et Schauwecker (*Deut. chem. Gesell.*, t. XXXIV, p. 2981).

» Nous apportons une preuve de plus de la constitution du rhodinol : c'est sa synthèse totale.

» L'un de nous a donné récemment, en collaboration avec M. Blanc (*Comptes rendus*, t. CXXXVI, p. 1676), une méthode permettant de transformer les éthers-sels en les alcools primaires correspondants. Ils ont constaté que l'application de cette méthode aux éthers des acides $\alpha\beta$ non saturés provoque non seulement la transformation du groupement éther en le groupement caractéristique des alcools primaires, mais aussi la disparition de la double liaison par fixation de deux atomes d'hydrogène (*Comptes rendus*, t. CXXXVII, p. 328). Cette méthode appliquée au géraniate d'éthyle

$$CH^3-\underset{\displaystyle CH^3}{C}=CH-CH^2-CH^2-\underset{\displaystyle CH^3}{C}=CH-CO^2C^2H^5$$

dont la synthèse totale a été réalisée par MM. Barbier et Bouveault (*Comptes rendus*, t. CXXII, p. 393 et p. 1422) devait nous conduire au rhodinol.

» En traitant le géraniate d'éthyle par le sodium et l'alcool absolu nous avons obtenu un mélange de deux alcools : l'un était le rhodinol et l'autre, de formule $C^{10}H^{18}O$, n'a pu en être séparé.

» Nous nous sommes alors adressés à l'acide rhodinique qui a été préparé par M. Tiemann (*Deut. chem. Ges.*, t. XXXII, p. 2901) en réduisant l'acide géranique au moyen du sodium et de l'alcool amylique. Nous avons suivi ses indications, mais au

lieu d'employer de l'acide géranique de l'oxydation de citral, nous nous sommes servis d'acide géranique synthétique. Ce dernier a été soumis à l'hydrogénation à deux reprises, pour avoir une transformation aussi complète que possible. L'acide ainsi obtenu est alors soumis à la distillation à la pression ordinaire, qui décompose l'acide géranique restant en anhydride carbonique et géraniolène, tandis que l'acide rhodinique demeure inaltéré. Ce dernier, débarrassé des corps neutres par transformation en sel de soude, est ensuite distillé dans le vide. Il passe à 146° sous 10^{mm}.

» Nous l'avons transformé en rhodinate d'éthyle en le traitant par le bromure d'éthyle en présence de 1^{mol} d'éthylate de sodium. On chauffe le mélange à l'autoclave à 110° pendant 6 heures.

» Le rhodinate d'éthyle ainsi obtenu forme un liquide incolore d'odeur fruitée, bouillant à 115° sous 10^{mm}.

» Nous l'avons traité, à son tour, par le sodium et l'alcool absolu, et nous avons obtenu sans difficulté un alcool de composition $C^{10}H^{20}O$ qui constitue le rhodinol racémique. Il bout à 110° sous 10^{mm}, $d_0^4 = 0,877$.

» Cet alcool possède une forte odeur de roses et, sauf le pouvoir rotatoire dont il est dénué, possède toutes les propriétés du rhodinol, extrait de l'essence de roses ou de l'essence de pélargonium.

» Afin de le caractériser au moyen d'un dérivé cristallisé, nous avons, suivant une méthode récemment décrite par l'un de nous (*Comptes rendus*, t. CXXXVIII, p. 984), préparé son pyruvate, éther huileux incolore et d'odeur spéciale, bouillant à 143° sous 10^{mm}, se combinant à la semicarbazide en donnant une *semicarbazone* cristallisée peu soluble dans l'éther, assez soluble dans l'alcool méthylique, d'où elle se dépose en fins cristaux fondant à 112°.

» Le même dérivé, préparé au moyen du rhodinol naturel, a présenté des solubilités de même ordre et un point de fusion identique. Le mélange du corps racémique synthétique et du corps actif conserve le même point de fusion. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur deux homologues de la pyrocatéchine.* Note de M. **R. Delange**, présentée par M. Haller.

« J'ai préparé deux homologues de la pyrocatéchine : l'éthylpyrocatéchine et l'isopropylpyrocatéchine, par des méthodes analogues à celles qui m'ont déjà permis d'obtenir la propylpyrocatéchine (*Comptes rendus*, t. CXXX, p. 659).

» I. *Ethylpyrocatéchine.* — J'ai obtenu ce diphénol en partant de l'éthylméthylènepyrocatéchine, composé qui a été déjà préparé par M. Klages (*Berichte der*

deutsch. chem. Gesell., t. XXXVI, p. 3595) en réduisant la vinylméthylènepyrocatéchine $CH^2 = CH - C^6H^3 \langle {O \atop O} \rangle CH^2$.

» Le perchlorure de phosphore réagit sur ce dernier corps à la température de 140°-150°, en donnant un dérivé dichloré instable, le dichlorométhylènedioxyéthylbenzène

$$\underbrace{C^2H^5 - C^6H^3 \langle {O \atop O} \rangle CH^2}_{\text{Ethylméthylènepyrocatéchine.}} + 2PCl^5 = \underbrace{C^2H^5 - C^6H^3 \langle {O \atop O} \rangle CCl^2}_{\text{Dichlorométhylènedioxyéthylbenzène.}} + 2HCl + 2PCl^3.$$

» Celui-ci bout de 133° à 135° sous 20mm. Quand on le traite par l'eau glacée additionnée de carbonate de chaux, il y a départ d'acide chlorhydrique et formation de carbonate d'éthylpyrocatéchine

$$C^2H^5 - C^6H^3 \langle {O \atop O} \rangle CCl^2 + H^2O = C^2H^6 - C^6H^3 \langle {O \atop O} \rangle CO + 2HCl.$$

» Ce carbonate de diphénol est un liquide incolore, très mobile, qui bout de 135° à 137° sous 12mm.

» Le dichlorométhylènedioxyéthylbenzène donne naissance au diphénol lui-même et non au carbonate, quand on le soumet directement à l'action de l'eau à l'ébullition :

$$C^2H^5 - C^6H^3 \langle {O \atop O} \rangle CCl^2 + 2H^2O = C^2H^5 - C^6H^3 \langle {OH \atop OH} + CO^2 + 2HCl.$$

» L'éthylpyrocatéchine ainsi formée bout de 157° à 160° sous 19mm, et cristallise par refroidissement en masses blanches compactes.

» L'éthylpyrocatéchine est très soluble dans l'eau, elle l'est aussi dans tous les dissolvants organiques; seule la ligroïne légère (30°-60°) m'a permis d'obtenir quelques fines aiguilles fondant à 39°.

» II. *Isopropylpyrocatéchine.* — La préparation de l'isopropylpyrocatéchine s'effectue par deux méthodes distinctes :

» La première consiste à déméthyler l'isopropylvératrol récemment décrit par MM. Béhal et Tiffeneau (*Bul. Soc. chim.*, t. XXIX, p. 1108).

» Dans la seconde, on traite le dihydropseudosafrol des mêmes auteurs par le perchlorure de phosphore, et le dichlorométhylène dioxyisopropylbenzène ainsi formé est décomposé par l'eau.

» *a.* Lorsqu'on chauffe l'isopropylvératrol dans un ballon à distillation, avec une solution d'acide iodhydrique contenant un peu plus de 2mol de gaz dissous, il passe à la distillation la quantité sensiblement théorique d'iodure de méthyle, et il reste dans

le ballon de l'isopropylpyrocatéchine, facile à purifier :

$$\begin{matrix}CH^3\\CH^3\end{matrix}\!\!>CH - C^6H^3\!<\!\begin{matrix}O - CH^3\\O - CH^3\end{matrix} + 2HI = \begin{matrix}CH^3\\CH^3\end{matrix}\!\!>CH - C^6H^3\!<\!\begin{matrix}OH\\OH\end{matrix} + 2CH^3I.$$

» L'isopropylpyrocatéchine bout de 167° à 169° sous 26^{mm} et de 270° à 272° à la pression ordinaire; elle se solidifie par refroidissement et fournit par cristallisation dans la ligroïne légère (30°-60°) des lamelles qui fondent à 78°. Elle donne lieu, comme le diphénol précédent, aux réactions caractéristiques des diphénols ortho.

b. Quand on traite à chaud 1^{mol} d'isopropylméthylènepyrocatéchine par 2^{mol} de perchlorure de phosphore, on obtient le dichlorométhylènedioxyisopropylbenzène, conformément à l'équation suivante :

$$\begin{matrix}CH^3\\CH^3\end{matrix}\!\!>CH - C^6H^3\!<\!\begin{matrix}O\\O\end{matrix}\!\!>CH^2 + 2PCl^5$$
$$= \begin{matrix}CH^3\\CH^3\end{matrix}\!\!>CH - C^6H^3\!<\!\begin{matrix}O\\O\end{matrix}\!\!>CCl^2 + 2PCl^3 + 2HCl.$$

» Ce composé bout de 131° à 134° sous 12^{mm}; c'est un liquide incolore, qui dégage à l'air des fumées d'acide chlorhydrique.

» Traité avec précaution par l'eau glacée mélangée de carbonate de chaux en excès, il se convertit en carbonate d'isopropylpyrocatéchine $\begin{matrix}CH^3\\CH^3\end{matrix}\!\!>CH - C^6H^3\!<\!\begin{matrix}O\\O\end{matrix}\!\!>CO$; ce nouveau composé bout à 135°-137° sous 13^{mm}, et cristallise par refroidissement en un feutrage d'aiguilles très solubles dans les dissolvants organiques, et qui fondent à 41°.

» L'eau, à l'ébullition, décompose le dichlorométhylènedioxyisopropylbenzène avec formation du diphénol correspondant, lequel est identique en tous points à celui qui provient de la déméthylation de l'isopropylvératrol

$$\begin{matrix}CH^3\\CH^3\end{matrix}\!\!>CH - C^6H^3\!<\!\begin{matrix}O\\O\end{matrix}\!\!>CCl^2 + 2H^2O$$
$$= \begin{matrix}CH^3\\CH^3\end{matrix}\!\!>CH - C^6H^3\!<\!\begin{matrix}OH\\OH\end{matrix} + CO^2 + 2HCl. »$$

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur une nouvelle classe d'éthers-oxydes.* Note de **Marcel Descudé**, présentée par M. A. Haller.

« Dans un récent Mémoire (¹), M. G.-H. Coops, étudiant l'action de l'acide chlorhydrique sur la solution aqueuse de méthanal, et traitant par

(¹) *Recueil des Trav. chim. des Pays-Bas*, t. XX, 1901, p. 284.

l'alcool le produit de cette action, conclut notamment à la formation du composé suivant :

$$(1) \qquad C^2H^5 - O - CH^2 - O - CH^2 - O - C^2H^5.$$

» En réalité, du moins si l'alcool est employé en excès, on constate exclusivement la formation d'un mélange de chlorure d'éthyle et de diéthylformal ; en aucun cas on n'obtient le composé (1) que l'auteur appelle *éther dioxy-éthylique-diméthylique*, bouillant à 102°-106°, et de poids spécifique 0,864. Le corps qui répond à cette formule bout à 140°, et la façon dont je l'ai préparé ne laisse aucun doute sur sa constitution.

» *Action de l'éthylate de sodium sur l'oxyde de méthyle bichloré symétrique.* — J'ai mis à profit la préparation facile, que je signalais récemment [1], de l'oxyde de méthyle bichloré, sur lequel l'éthylate de sodium réagit très énergiquement. Le mélange ne doit être effectué que peu à peu et en refroidissant. On a :

$$O\begin{cases}CH^2Cl\\CH^2Cl\end{cases} + 2(C^2H^5ONa) = 2NaCl + C^2H^5 - O - CH^2 - O - CH^2 - O - C^2H^5.$$

» Après avoir séparé le chlorure de sodium par la trompe, on rectifie le liquide filtré. Ce dernier renferme, outre un grand excès d'alcool, du diéthylformal (ébullition : 85°) et un liquide bouillant à 140°. Après deux rectifications on obtient celui-ci à un grand état de pureté. (Rendement : 25 pour 100 de la théorie).

» L'*analyse*, la *densité de vapeur*, ainsi que la *cryoscopie* dans la benzine et dans l'eau, s'accordent parfaitement avec la formule $C^6H^{14}O^3$.

» *Propriétés.* — C'est un liquide incolore, mobile, d'une odeur éthérée très agréable, soluble dans les divers dissolvants organiques. Il se dissout dans environ dix fois son poids d'eau, mais il s'en sépare par addition d'un alcali caustique ou carbonaté. Il est plus léger que l'eau ; sa densité à 25°, par rapport à l'eau à 4° et ramenée au vide, est $D_{\frac{25}{4}} = 0,90781$.

» Ses propriétés chimiques, comme d'ailleurs ses propriétés physiques, le rapprochent des acétals, et plus spécialement des formals. Comme eux, il donne naissance à du méthanal et de l'alcool, lorsqu'on le traite par les acides minéraux étendus, et il n'est pas attaqué, même à chaud, par les solutions aqueuses de soude ou de potasse.

» D'après cela, et surtout étant donné son mode de formation, il ne semble pas douteux que ce produit soit bien le composé (1) auquel je donnerai le nom d'*éther dioxy-éthylique-diméthylénique*. Sa constitution est encore confirmée par la détermination

---

(1) *Comptes rendus*, 2 mai 1904.

de *la réfraction moléculaire* pour la raie D du sodium et la raie α de l'hydrogène.

	α.	D.
n	1,38551	1,38732
M trouvé	34,632	34,777
M calculé	34,597	34,769
Différences	0,035	0,008

» L'action des autres alcoolates, sur l'oxyde méthylique bichloré, est tout aussi énergique, mais, depuis l'alcool en C^3, il se produit, à la distillation, une décomposition très avancée et l'on obtient presque exclusivement le formal correspondant.

» *Dérivé méthylique.* — Avec l'alcool méthylique, au contraire, il n'y a pas formation de méthylal. Il se produit uniquement l'*éther dioxyméthylique-diméthylénique* qui bout à 106°-108°, et a pour densité : $D_{\frac{20}{20}} = 0,959$. Ce corps, à l'état de vapeur, forme avec l'oxygène un mélange qui détone très énergiquement à la température du rouge. Le même phénomène a lieu avec le dérivé éthylique, mais avec une intensité moindre. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur le méthylarsenic.* Note de M. **V. Auger**, présentée par M. H. Moissan.

« On connaît, dans la série aromatique, un produit arsénié dont la formule est analogue à celle de l'azobenzène, et qu'on a nommé l'*arsénobenzène* (¹). On ne connaissait pas jusqu'ici d'analogues dans la série grasse. J. Bougault (²), en faisant réagir une solution chlorhydrique d'acide hypophosphoreux sur l'acide méthylarsinique et l'acide cacodylique, obtint des précipités brun noir qu'il crut être de l'arsenic. L'étude de ces produits a montré qu'ils ne contenaient que fort peu de ce métalloïde : l'acide cacodylique, dans ces conditions, fournit du cacodyle qui, à l'air, s'oxyde en donnant de l'érythrasine de Bunzen, probablement mélangée d'arsenic. L'acide méthylarsinique fournit un précipité brun noir qui, nous le verrons plus loin, est presque entièrement formé de méthylarsenic polymérisé.

» *Méthylarsenic* $(CH^3.As)^4$. — Si l'on chauffe au bain-marie une solution composée de 275^g de méthylarsinate de sodium, 300^g d'hypophosphite de sodium et 300^g

(¹) Michaelis et Schulte, *Ber. deutsch. chem. Gesell.*, t. XIV, p. 912 et t. XV, p. 1952.

(²) J. Bougault, *Journ. Pharm. Chim.*, 6e série, t. XVII, p. 1903.

d'acide sulfurique additionné d'eau, de façon à former au total 1^l environ de solution, on voit se former rapidement un trouble jaunâtre, puis une huile jaune se dépose au fond du vase et la liqueur devient claire. Cette huile, du poids de 87^g environ (théorie : 90^g), représente le méthylarsenic impur, formé d'après

$$2PH^3O^2 + CH^3AsO^3H^2 = 2PH^3O^3 + CH^3As + H^2O.$$

Par suite d'une réaction secondaire, provoquée peut-être par l'acidité du liquide, il se forme en même temps, par suite du détachement d'une partie du CH^3, une certaine quantité d'arsenic qui reste en solution dans la liqueur. Le produit brut est formé d'environ 90 pour 100 de $AsCH^3$ et 10 pour 100 de As soluble. On a déterminé ces chiffres par oxydation du méthylarsenic brut à l'air en solution benzénique. $1^g,984$ de méthylarsenic a formé $0^g,254$ de As^2O^3, correspondant à 9,75 pour 100 de As.

» On ne parvient à l'avoir pur qu'en le distillant dans le vide, et recueillant les premières portions. Il bout à 190° sous 15^{mm}. En analysant les différentes fractions, on a trouvé :

	Pour 100.
Première fraction : As métallique dissous	0,09
Deuxième fraction : As » »	6,15
Troisième fraction : As » »	8,06

» *Propriétés.* — Le méthylarsenic est une huile jaune pâle, très dense, non miscible à l'eau, d'une forte odeur alliacée, peu soluble dans l'alcool, assez soluble dans l'acide acétique bouillant, très soluble dans le benzène. Il n'est pas attaqué par les alcalis; l'acide sulfurique concentré le dissout à chaud en fournissant du gaz sulfureux et de l'oxyde de méthylarsine. Il s'oxyde lentement à l'air, rapidement en solution benzénique. Une trace de gaz chlorhydrique le transforme presque instantanément en son polymère; l'acide azotique agit d'abord de même, puis l'oxyde vivement, en acide méthylarsinique. Les halogènes agissent violemment en fournissant les dérivés halogénés correspondants CH^3AsX^2. Les iodures alcoylés l'attaquent plus ou moins rapidement : ainsi ICH^3 fournit, à froid, la réaction suivante :

$$2CH^3As + 3ICH^3 = CH^3AsI^2 + (CH^3)^4AsI.$$

On sépare les deux produits formés par le benzène qui ne dissout que l'iodure de méthylarsine.

» L'analyse du méthylarsenic a fourni

	Théorie.	Trouvé.
C pour 100	13,3	13,17
H pour 100	3,33	3,22
As pour 100	8,33	8,25

» La cryoscopie, en solution benzénique, en présence du gaz carbonique, pour éviter l'oxydation, a fourni des chiffres variant entre 300 et 340. Calculé pour $(CH^3As)^4$: 360.

» Cette étude cryoscopique devra être reprise, car on a constaté que la présence de l'acide carbonique avait une action considérable sur le point de fusion du benzène. Ce phénomène est à l'étude actuellement.

» *Méthylarsenic polymère.* — Si l'on effectue la réduction de l'acide méthylarsinique en employant l'acide chlorhydrique au lieu d'acide sulfurique, on obtient, comme J. Bougault l'a montré, une poudre brun noir qu'on peut facilement confondre avec l'arsenic. Une seule bulle de gaz chlorhydrique introduite dans le méthylarsenic liquide suffit à le polymériser en quelques instants, avec échauffement notable, sans aucune variation de poids.

» Ce polymère est totalement insoluble dans les solvants usuels; il s'oxyde facilement, sous l'influence de l'acide azotique, en fournissant de l'acide méthylarsinique et une quantité plus ou moins forte d'acide arsénique, suivant son état de pureté. L'iodure de méthyle l'attaque vers 160° et agit comme avec l'isomère liquide. Par distillation sèche, dans un courant d'hydrogène, il fournit quantitativement de l'arsenic et de la triméthylarsine suivant

$$3CH^3As = As(CH^3)^3 + As^2.$$

» 5^g du produit ont fourni à la distillation : $2^g,6$ As, calculé $2^g,77$, et $2^g,3$ $As(CH^3)^3$, calculé $2^g,28$.

» L'acide éthylarsinique fournit, de même que l'acide méthylarsinique, l'éthylarsenic, huile jaune qui se polymérise bien plus difficilement que le méthylarsenic. Cette étude sera continuée. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur quelques acides phosphorés mixtes dérivés de l'acide hypophosphoreux.* Note de M. C. **Marie**, présentée par M. H. Moissan.

« Les recherches que j'ai poursuivies depuis quelques années concernant l'action des acétones et des aldéhydes sur l'acide hypophosphoreux cristallisable m'ont amené à constater que, si les aldéhydes donnent facilement des acides du type $[RCH(OH)]^2PO^2H$, il n'en était pas de même des acétones en général et que seule l'acétone ordinaire CH^3COCH^3 était susceptible de fournir un acide dicétonique du type $[RC(OH)R']PO^2H$,

l'acide dioxyisopropylhypophosphoreux (diméthylcarbinolhypophosphoreux) $[(CH^3)^2COH]^2PO^2H$.

» Ces résultats m'ont amené à penser que, s'il était impossible de préparer des acides dicétoniques, il n'en serait peut-être pas de même d'acides mixtes contenant à la fois une molécule de cétone et une d'aldéhyde et surtout d'acides contenant deux molécules différentes d'aldéhydes. C'est, en effet, ce qui a lieu et j'ai pu ainsi obtenir toute une série nouvelle d'acides phosphorés en faisant réagir soit les aldéhydes sur les acides monocétoniques $RC(OH)R'PO^2H^2$, soit inversement les acétones sur les acides monoaldéhydiques $RCH(OH)PO^2H^2$, soit encore les aldéhydes sur ces mêmes acides monoaldéhydiques, ce qui donne alors des acides dialdéhydiques mixtes répondant à la formule générale

$$RCH(OH)R'CH(OH)PO^2H.$$

» J'indiquerai simplement dans cette Note les acides que j'ai ainsi obtenus et leurs principales propriétés.

» I. *Acides mixtes acétones aldéhydiques: a.* Acide $(CH^3)^2C(OH)C^6H^5CH(OH)PO^2H$. — Cet acide s'obtient indifféremment par l'action de $(CH^3)^2CO$ sur l'acide $C^6H^5CH(OH)PO^2H^2$ ou par l'action de C^6H^5CHO sur l'acide $(CH^3)^2C(OH)PO^2H^2$. Il est soluble dans l'eau, l'alcool, l'acétone, insoluble dans le chloroforme et le benzène. Il fond à 182°.

» *b.* Acide $(CH^3)^2C(OH)C^6H^{13}CH(OH)PO^2H$. — On traite l'acide $(CH^3)^2C(OH)PO^2H^2$ par l'aldéhyde œnanthylique. Le produit cristallise en paillettes brillantes, légères, fusibles à 131°, solubles dans l'alcool et l'acétone, presque insolubles dans l'eau froide et dans l'éther.

» *c.* Acide $CH^3C(OH)C^2H^5C^6H^{13}CH(OH)PO^2H$. — Ce corps s'obtient comme le précédent et a les mêmes propriétés. Il fond à 147°.

» *d.* Acide $CH^3C(OH)C^6H^5CH^3CH(OH)PO^3H$. — On traite l'acide

$$CH^3C(OH)C^6H^5PO^2H^2$$

par l'aldéhyde CH^3CHO. Cet acide fond à 192°; il est très soluble dans les alcools méthylique et éthylique, très peu dans l'acétone et est presque insoluble dans le benzène et le chloroforme.

» *e.* Acide $(C^2H^5)^2C(OH)C^6H^5CH(OH)PO^2H$. — L'acide $(C^2H^5)^2COHPO^2H^2$ est traité par l'aldéhyde à 80°. Cet acide est peu soluble dans l'eau même chaude, et dans l'acétone même à l'ébullition; il est soluble dans les alcools méthylique et éthylique, insoluble dans l'éther, le chloroforme et le benzène. Il fond à 192°.

» *f.* Acide $CH^3C(OH)C^3H^7C^6H^5CH(OH)PO^2H$. — On fait réagir l'acide

$$C^6H^5CH(OH)PO^2H^2$$

sur la cétone. L'acide fond à 170°; il est soluble dans les alcools méthylique ou éthylique, insoluble dans l'éther, le benzène ou le chloroforme.

» *g*. Acide $(CH^3)^2C\,OH\,CH^3CH(OH)PO^2H$. — On traite l'acide

$$(CH^3)^2C(OH)PO^2H^2$$

par l'aldéhyde. Ce corps fond à 132°; il a les mêmes solubilités que l'acide précédent.

» II. *Acides mixtes dialdéhydiques : a.* Acide $CH^2(OH)C^6H^5CH(OH)PO^2H$. — On traite l'acide $CH^2(OH)PO^2H^2$, dont j'indiquerai plus tard la préparation, par l'aldéhyde benzoïque. L'acide mixte fond à 154°; il est soluble dans l'eau, les alcools méthylique et éthylique, insoluble dans l'éther, le benzène ou le chloroforme.

» *b.* Acide $C^6H^5CH(OH)C^4H^9CH(OH)PO^2H$. — On traite l'acide

$$C^6H^5CH(OH)PO^2H^2$$

par l'aldéhyde isovalérique. L'acide purifié fond à 203°-205°; il est soluble dans l'eau bouillante, peu soluble à froid, soluble dans les alcools méthylique ou éthylique et dans l'acétone, peu soluble dans l'éther.

» Tous ces acides sont des acides monobasiques forts, semblables par leurs propriétés générales à l'acide $[(CH^3)C^2OH]^2PO^2H$ et aux acides dioxyaldéhydiques comme l'acide dioxybenzylhypophosphoreux

$$[C^6H^5CH(OH)]^2PO^2H. »$$

CHIMIE ORGANIQUE. — *Composés additionnels ammoniacaux des rosanilines.* Note de M. **Jules Schmidlin**.

« Les sels normaux triacides des rosanilines absorbent, d'après mes expériences [1], à température ordinaire et pression atmosphérique, 2^{mol} du gaz chlorhydrique et se transforment en une poudre rouge. Il est intéressant de constater que, d'après les expériences de MM. Prud'homme et Rabaut [2], les sels des rosanilines fixent dans les mêmes conditions 2^{mol} d'ammoniaque avec formation d'un corps rouge carminé. Je me suis demandé si ce parallélisme se poursuit aussi à basse température et produit des phénomènes de décoloration analogues à ceux que j'ai décrits pour le gaz chlorhydrique où la fixation de 4^{mol} fournit des corps blancs.

» En effet, le monochlorhydrate de pararosaniline, maintenu à —15°, devient presque blanc par suite d'une absorption qui correspond à $3^{mol},9$ d'ammoniaque. De même, le sel de l'hexaméthylpararosaniline saturé à —23° devient blanc et la quan-

(1) *Comptes rendus*, t. CXXXVIII, 1904, p. 1508 et 1615.

(2) *Bulletin de la Société chimique*, t. IX, 1893, p. 710.

tité d'ammoniaque fixée correspond à 4^{mol} environ. Les conditions d'expérience seront précisées davantage dans un Mémoire détaillé.

» Ce qui est essentiel, c'est que l'action de l'ammoniaque n'est qu'une simple addition et qu'il n'y a aucun déplacement d'une base. MM. Prud'homme et Rabaut l'ont déjà démontré pour le composé rouge qui renferme 2^{mol}. J'ai pu le constater aussi pour le corps blanc qui contient 4^{mol} d'ammoniaque : en effet, dans le vide toute ammoniaque est enlevée et l'on obtient le sel primitif inaltéré.

» L'action de l'ammoniaque sur des dissolutions des sels des rosanilines produit aussi une décoloration, par suite de la formation de ces composés additionnels, pourvu que la dissolution ne renferme pas d'eau. MM. Baeyer et Villiger (1), qui ont constaté les premiers cette décoloration dans des dissolutions de pyridine, ont observé des cristaux blancs, qu'ils regardent comme du chlorure d'ammonium. J'ai constaté que la pyridine ordinaire dépose de petites quantités de sel d'ammoniaque. Mais si l'on emploie de la pyridine absolument sèche, récemment distillée sur la baryte, le liquide se décolore, mais il reste clair sans aucun précipité. Il suffit de chauffer et de chasser l'ammoniaque pour que la solution reprenne sa couleur primitive. Évaporé à sec, le liquide dépose les cristaux du chlorhydrate de pararosaniline inaltérés.

» *Remarque*. — MM. Altschul et Schneider ont indiqué (2) que la pyridine ne se solidifie pas encore à — 100°, je ferai constater que la pyridine, fraîchement distillée sur la baryte, cristallise dans un mélange de neige carbonique et d'acétone à — 60° environ en belles aiguilles. Il suffit d'ajouter une goutte d'eau pour priver la pyridine de cette propriété.

» L'action de l'ammoniaque sur les sels des rosanilines, presque analogue à celle du gaz chlorhydrique, diffère cependant sur un point.

J'ai démontré que la fixation de la première molécule du gaz chlorhydrique ne dégage que la moitié de chaleur de la seconde et j'ai attribué ce fait à un phénomène de dissolution solide. Par suite les absorptions correspondant à la décoloration complète sont toujours supérieures de cette quantité dissoute à la quantité fixée chimiquement. Pour l'ammoniaque le phénomène de dissolution n'intervient presque pas, la première molécule dégage un peu plus de chaleur que la seconde, de façon que l'on peut considérer la quantité d'ammoniaque fixée comme en état de combinaison chimique. En ce cas les sels donnent avec 4^{mol} d'ammoniaque des composés incolores.

Monochlorhydrate de pararosaniline solide.	Quantités de chaleur dégagées par l'absorption :	*Monochlorhydrate d'hexaméthylpararosaniline solide.*	Quantités de chaleur dégagées par l'absorption :
De la première molécule AzH^3 gaz.	$+5^{Cal},6$	De la première molécule AzH^3 gaz.	$+8^{Cal},4$
De la deuxième »	$+4^{Cal},9$	De la deuxième »	$+7^{Cal},0$

(1) *Berichte der deutschen chem. Ges.*, t. XXXVI, 1904, p. 2796.
(2) *Zeitschrift für physikal. Chemie*, t. XVI, 1895, p. 24.

» Nous avons entre ces composés additionnels chlorhydriques et ammoniacaux un parallélisme parfait et je n'hésite pas à attribuer à ce corps blanc tétraammonié la même constitution qu'à celui obtenu par la fixation de 4^{mol} de gaz chlorhydrique.

» Conformément à la tétrachlorcyclohexanerosaniline nous avons ici le monochlorhydrate de la tétraaminocyclohexanerosaniline (¹) :

AzH²Cl
H H
H H
AzH².C⁶H⁴ — C — C⁶H⁴.AzH²

Monochlorhydrate de pararosaniline.

$+ 4AzH^3 \rightleftarrows$

AzH³Cl
AzH²
H H H H
AzH² AzH²
H H
AzH²
AzH².C⁶H⁴ — C — C⁶H⁴.AzH²
H

Monochlorhydrate de tétraaminocyclohexanerosaniline.

» La conclusion générale que l'on peut tirer de ces expériences est que les sels des rosanilines représentent des molécules non saturées. Les fonctions non saturées qu'elles contiennent sont chimiquement indifférentes et peuvent être saturées soit par des bases soit par des acides. On est conduit à admettre en ce cas que l'élément non saturé doit être un élément indifférent qui en l'espèce ne peut être que le carbone. La limite de saturation semble satisfaite avec 4^{mol} de gaz chlorhydrique ou 4^{mol} d'ammoniaque, soit huit radicaux monovalents. Une Note suivante établira par des faits précis cette limite de saturation. »

(¹) La formule donnée dans ma dernière Note renferme une erreur : un des groupes amidés contient 1^{at} d'hydrogène de trop, cet atome d'hydrogène est à déplacer et à fixer au carbone méthanique. Cette rectification rend l'azote pentavalent et le carbone tétravalent.

CHIMIE VÉGÉTALE. — *Étude de la variation des matières minérales pendant la maturation des graines*. Note de M. G. ANDRÉ.

« J'ai montré récemment (*Comptes rendus*, t. CXXXVIII, p. 1510) quelles étaient les variations dans la quantité d'eau des gousses et des graines à différentes époques de la maturation des fruits du lupin blanc et du haricot d'Espagne. Je vais examiner maintenant ce que deviennent les matières fixes.

» I. *Cendres totales des gousses et des graines*. — Le Tableau ci-dessous indique que, chez le lupin et le haricot, le poids des cendres totales de 100 gousses sèches augmente jusqu'à une certaine limite, puis diminue. Cette diminution est plus forte chez les gousses du lupin que chez celles du haricot; elle ne semble donc pas être en rapport avec la perte d'eau que subissent ces gousses, perte beaucoup plus marquée chez celles du haricot que chez celles du lupin, ainsi que je l'ai déjà fait voir.

Lupin.	4 VII 1903.	11 VII.	17 VII.	23 VII.	30 VII.	10 VIII.	22 VIII.
Poids de 100 gousses sèches..	48g,01	82g,11	84g,29	104g,26	94g,32	99g,14	70g,20
Cendres totales............	1,992	3,226	3,363	3,888	4,461	5,690	4,738
Poids des graines sèches contenues dans ces gousses...	6,900	17,510	33,890	61,48	84,28	108,75	112,00
Cendres totales............	0,331	0,702	1,226	2,207	3,160	4,099	4,065

Haricot.	19 VIII 1903.	27 VIII.	4 IX.	11 IX.	21 IX.	2 X.	16 X.
Poids de 100 gousses sèches..	58g,938	86g,139	98g,928	115g,04	116g,39	109g,60	103g,49
Cendres totales............	4,119	5,848	6,954	8,087	10,184	9,633	8,848
Poids des graines sèches contenues dans ces gousses...	8,898	35,435	78,795	110,98	196,11	298,76	337,36
Cendres totales............	0,655	2,157	4,436	6,181	9,393	13,294	15,316

» Cependant la diminution de poids des cendres totales des gousses n'est pas proportionnelle à celle du poids de la matière sèche : car la proportion centésimale des cendres, rapportée à la matière sèche, accuse une augmentation à partir de la cinquième prise d'échantillon chez le lupin et le haricot. Les écarts extrêmes sont les suivants : lupin, 4,15 pour 100 de cendres à la première prise et 6,75 à la dernière; haricot, 6,99 pour 100 à la première et 8,55 à la dernière prise. Ainsi que nous le verrons, cette augmentation est due exclusivement à la potasse.

» Chez le maïs, l'accroissement des cendres, calculé pour 100 axes, a lieu jusqu'à

la fin; mais il convient de faire remarquer que, au moment de la dernière expérience (26 octobre), l'épi n'était pas encore arrivé à maturité complète.

» II. La quantité des matières salines des graines, contenues dans 100 gousses, augmente jusqu'à la fin. Cette augmentation cesse de se produire chez le lupin, entre les deux dernières prises d'échantillon, alors que, chez le haricot, elle est encore notable.

» A l'inverse de ce qui se passe chez les gousses, la proportion centésimale des matières salines contenues dans les graines diminue depuis le début jusqu'à la fin de la maturation; la matière organique des graines augmente donc plus vite que la matière minérale.

» III. *Variations des matières minérales en particulier* : A. *Chaux et magnésie.* — La quantité de ces bases contenue dans 100 gousses sèches de lupin et de haricot augmente progressivement d'abord, puis diminue vers la fin de la maturation. La chaux diminue du quart environ de la valeur qu'elle avait au moment de son maximum; la diminution de la magnésie est beaucoup plus forte. Dans les axes du maïs, il y a augmentation de la chaux et de la magnésie jusqu'à la fin.

» Si l'on compare ces variations à celles qu'éprouvent les graines enfermées dans les gousses ou insérées sur les axes, on observe que la chaux augmente continuellement dans la graine ainsi que la magnésie. La proportion centésimale de la chaux ne varie guère du début à la fin de la maturation chez la graine de lupin; celle de la magnésie éprouve une légère diminution. Chez le haricot, la proportion centésimale de la chaux s'abaisse au contraire de moitié, tandis que celle de la magnésie reste stationnaire dans le même laps de temps.

» Il n'y a donc pas parallélisme absolu entre la façon dont se comportent ces deux bases chez le lupin et le haricot.

» Chez les graines du maïs, la chaux et la magnésie augmentent aussi d'une façon continue et la richesse en magnésie de ces graines est beaucoup plus considérable que leur richesse en chaux.

» B. *Potasse.* — C'est le seul principe fixe qui augmente progressivement du début à la fin de la maturation, aussi bien dans les gousses ou axes (pour 100 unités sèches) que dans les graines. Dans les gousses, sa proportion centésimale augmente d'une façon continue, alors que, dans les graines, elle décroît au contraire.

» C. *Acide phosphorique.* — Les quantités de cet élément contenues dans 100 gousses sèches et dans les graines renfermées dans ces gousses fournissent les nombres suivants, aux époques du Tableau précédent :

		1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.
		g	g	g	g	g	g	g
Lupin	gousses PO^4H^3.....	0,523	0,829	0,842	0,802	0,839	0,674	0,519
	graines PO^4H^3.....	0,123	0,280	0,559	0,997	1,382	1,881	2,038
Haricot	gousses PO^4H^3.....	0,489	0,723	0,850	0,839	0,651	0,416	0,269
	graines PO^4H^3.....	0,232	0,694	1,244	1,842	3,000	4,332	4,891

» L'acide phosphorique augmente donc chez les gousses jusqu'à une certaine limite au delà de laquelle il diminue. Mais son émigration, si elle a lieu vers la graine, ne fournit à celle-ci qu'un faible apport. Cette émigration de l'acide phosphorique des gousses ressemble beaucoup à celle que l'on observe chez les feuilles en général, à mesure que celles-ci avancent en âge. Les axes et les graines du maïs se conduisent de même.

» Il me reste à présenter les variations de la matière organique, ainsi que les conclusions que l'on peut tirer des faits que je viens de signaler. »

CHIMIE VÉGÉTALE. — *Recherches sur l'acidité végétale.* Note de MM. **Eug. Charabot** et **Alex. Hébert**, présentée par M. A. Haller.

« L'étude de l'acidité volatile des divers organes d'une plante aux différentes phases de la vie présente l'intérêt de contribuer à faire connaître le milieu dans lequel se métamorphose la matière végétale. En outre, en faisant la part des acides à faibles poids moléculaires (acides volatils) dans l'ensemble des acides organiques du végétal, il est possible de se renseigner sur l'état de dégradation de ces substances dans tel ou tel organe, à condition de déterminer comme le recommandent MM. Berthelot et André [1], non pas seulement les acides libres, mais surtout les acides combinés. Telles sont les considérations qui ont provoqué ce travail.

» 1. En opérant sur la menthe poivrée et rapportant toujours les résultats à 100 *parties de matière sèche,* nous avons constaté que *l'acidité due aux acides volatils libres est constamment maxima dans la feuille,* l'organe d'assimilation par excellence où s'élaborent les hydrates de carbone.

» L'acidité volatile varie dans le même sens dans les divers organes; elle décroît au moment de la formation des inflorescences, notamment dans la feuille, elle croît à l'époque de l'épanouissement des fleurs, pour diminuer finalement. Ces variations sont de même sens que celles que subit l'assimilation de l'oxygène par les tissus.

» Avec le géranium, le basilic, les organes verts du mandarinier et de l'oranger à fruits amers, les résultats ont été analogues. Chez l'oranger, toutefois, l'acidité volatile

(1) Berthelot et André, *Comptes rendus*, t. CXXXIII, p. 502.

de la fleur est supérieure à celle de la tige; il en est de même en ce qui concerne les acides volatils saturés par les bases minérales. Il est probable que ce fait doit être attribué à quelque chose d'analogue à ce qui se passe chez les plantes grasses : la fleur d'oranger est elle-même très grasse, ses tissus opposeraient une certaine résistance à la pénétration de l'oxygène, de sorte que la fixation de cet élément, tout en demeurant suffisante pour la formation des acides organiques, ne suffirait pas pour brûler complètement ceux dont la destruction doit avoir lieu en premier, les acides à faibles poids moléculaires qui sont aussi des acides volatils.

» Chez la plante cultivée à l'ombre on constate ce fait singulier que l'acidité volatile de la racine est supérieure à celle de la feuille. D'ailleurs *les nombres qui mesurent les acides volatils libres chez la plante étiolée sont respectivement supérieurs aux nombres correspondants relatifs à la plante témoin.*

» *La suppression des inflorescences augmente l'acidité volatile de la feuille au détriment des autres organes.*

» 2. Nous avons dosé les acides volatils combinés aux bases en opérant séparément sur la matière sèche soluble et sur la matière sèche insoluble provenant des divers organes du basilic, des tiges et des feuilles du mandarinier, des tiges, des feuilles et des fleurs de l'oranger à fruits amers.

» Comparant la feuille à la tige, nous avons constaté que *la première est toujours plus riche en acide volatil total que la seconde.* La fleur d'oranger en renferme des proportions notables. Le rapport entre les acides volatils saturés et le total des acides volatils, rapport qui indique l'état de saturation de ces acides, croît dans chacun des organes pendant leur développement; il est plus élevé dans la tige que dans la feuille, ce qui vient à l'appui des idées de MM. Berthelot et André (1), au sujet de la saturation des acides de la plante par les substances minérales du sol.

» 3. Nous avons déterminé : 1° avec la menthe poivrée, l'alcalinité des cendres solubles et celle des cendres insolubles ; 2° avec d'autres végétaux, l'alcalinité des cendres de la matière sèche soluble et celle des cendres de la matière sèche insoluble.

» Comme MM. Berthelot et André (2), nous avons observé que : 1° dans la tige surtout s'accumulent les sels provenant de la combinaison d'acides organiques avec des bases dont les carbonates sont solubles (sels de potassium notamment) ; 2° la proportion de ces sels est au contraire minima dans les inflorescences ; 3° dans la feuille, il y a accumulation des sels des bases dont les carbonates sont insolubles (sels de calcium et de magnésium).

» *L'alcalinité des cendres est maxima dans la feuille. A l'abri de la lumière, la proportion des acides organiques combinés s'accroît sensiblement et l'accroissement porte surtout sur les cendres insolubles.* Au contraire, *la suppression des inflorescences réduit la proportion des acides organiques combinés.* Ce dernier fait mérite d'être rapproché du suivant, observé par MM. Berthelot et André : chez les plantes à inflorescences supprimées, les hydrates de carbone solubles disparaissent partiellement pour se transformer en ligneux.

(1) BERTHELOT, *Chimie végétale et agricole.*
(2) *Ibid.*

» Enfin, la détermination du rapport des acides volatils saturés aux acides organiques saturés, tant fixes que volatils, tend à montrer que *le mélange des acides organiques est d'autant plus riche en produits à faibles poids moléculaires que l'organe considéré fixe plus énergiquement l'oxygène dans ses tissus.*

» Cette dernière conclusion apporte un argument nouveau en faveur de l'hypothèse faisant envisager les acides organiques comme des produits d'oxydation de certains principes immédiats, probablement les hydrates de carbone. L'ensemble des faits établis dans cette Note est d'ailleurs d'accord avec cette manière de voir. »

CHIMIE PHYSIOLOGIQUE. — *Action de la chaleur et de l'acidité sur l'amylase dissoute.* Note de M. P. PETIT.

« On emploie une infusion de malt sec à 10 pour 100 dans l'eau, à une température de 22° et avec agitation mécanique continue pendant 2 heures; le liquide filtré est recueilli dans un récipient entouré de glace. Ces conditions sont nécessaires pour obtenir des résultats constants et pour éviter que l'acidité augmente dans le liquide filtré au cours des essais.

» On prend des échantillons de 20^{cm^3} de l'infusion et l'on fait varier l'acidité par des additions de soude ou d'acide HCl $\frac{N}{20}$; le liquide est placé 10 minutes au bain-marie bouillant, et après refroidissement on dose de nouveau l'acidité en notant l'aspect du liquide. On constate que la coagulation commence pour une acidité initiale fixe; puis, avec les acidités croissantes, on arrive à ne plus avoir qu'un trouble sans coagulation, enfin pour les acidités encore plus grandes, l'infusion reste limpide. On a opéré avec deux malts d'origine différente, n° 7 (orge du Puy) et n° 13 (orge de l'Aube) et l'on trouve comme acidités en centimètres cubes de soude $\frac{N}{10}$ par 100^{cm^3} d'infusion, les chiffres suivants pour les divers états :

	N° 7.	N° 13.
Commencement de coagulation	8,7	7,2
Trouble sans coagulation	16,2	13,7
Limpidité	25,2	20,7
Acidité initiale de l'infusion nature	10,5	9,0

» En prenant pour unité l'acidité répondant au commencement de coagulation, ces nombres deviendront :

n° 7	1	1,86	2,89
n° 13	1	1,90	2,87

c'est-à-dire très voisins des rapports 1, 2, 3 répondant à des combinaisons avec 1^{mol}, 2^{mol}, 3^{mol} d'acide HCl.

» Si l'on emploie l'acide lactique, les doses répondant au trouble sans coagulation et à la limpidité sont beaucoup plus fortes, et l'on obtient dans les conditions précédentes pour le malt n° 13 :

	HCl.	Acide lactique.
Coagulation	7,2	7,2
Trouble sans coagulation	13,7	21,2
Limpidité	20,7	42,2

et les rapports sont respectivement :

HCl	1	1,90	2,87
Acide lactique	1	2,94	5,86

» On peut donc en conclure que les combinaisons formées avec l'acide lactique sont beaucoup plus dissociées et qu'en admettant une combinaison intégrale pour HCl, il y aura respectivement 35 et 49 pour 100 de l'acide lactique à l'état libre, pour le trouble sans coagulation et la limpidité.

» En suivant les variations d'acidité fournies par le chauffage, on constate comme pour les infusions sodiques une augmentation d'acidité, au début, puis, à partir du moment où la coagulation se produit, la variation d'acide devient constante; les variations d'acidité par chauffage sont représentées, en fonction de l'acidité initiale, par une droite, inclinée sur les axes, jusqu'à la coagulation, ensuite par une parallèle à l'un des axes de coordonnées.

» On constate, d'ailleurs, dans le cas où le chauffage détermine une augmentation d'acidité, un dégagement d'AzH^3, en distillant l'infusion telle quelle, dans le vide à 35°, ce dégagement d'AzH^3 est observé, pour le malt n° 7 par exemple, même pour de très fortes acidités initiales.

» Le fait que l'acidité de certaines infusions augmente par chauffage et qu'il y a dégagement d'AzH^3 semble indiquer que l'acidité est fournie, au moins pour une partie, par des composés autres que les phosphates acides, alcalins ou alcalino-terreux.

» Le pouvoir diastasique des infusions de malt, déterminé suivant Lintner, dépend, d'ailleurs, de l'acidité, et il atteint son maximum pour l'acidité qui répond au commencement de coagulation dans les conditions précédentes : on trouve, en effet, dans plusieurs essais sur le malt n° 7, infusé 2 heures à 22°, avec agitation continue :

Acidité initiale : 10$^{cm^3}$ en cm³ soude $\frac{N}{20}$.	Pouvoir diastasique.
1	45
2,5	58
4,5 (coagulation)	80
5,2 (nature)	69
6,5	58
8,2	45
10,7	30

» Le pouvoir diastasique d'un malt peut donc être augmenté en amenant l'acidité de l'infusion au point qui répond à la coagulation par la chaleur, ce qui peut être obtenu le plus souvent par une addition de soude. »

EMBRYOGÉNIE. — *Développements anormaux indépendants du milieu.* Note de M. C. VIGUIER, présentée par M. Edmond Perrier.

« J'ai, dans une précédente Note (*Comptes rendus*, 2 mai 1904), insisté sur ce point essentiel : que les variations du milieu dans lequel se développent des œufs ne sauraient suffire à expliquer toutes celles que l'on peut observer dans leur développement. Il semblerait que ce fût bien inutile ; et que les biologistes ne dussent jamais oublier que « l'œuf vivant n'est pas » une simple cellule artificielle de Pfeffer », comme M. Bataillon vient de le rappeler fort à propos (*Arch. f. Entw.-mech.*, 1904, p. 183).

» Mais, si l'œuf vivant est encore loin de nous être connu, tant au point de vue chimique qu'au point de vue de sa structure intime, si les recherches en ce sens sont difficiles et aléatoires, il est relativement facile de connaître les conditions du milieu extérieur et de les faire varier. Et cela donne toujours immédiatement un résultat quelconque, positif ou négatif.

» Aussi de nombreux chercheurs se sont-ils engagés dans cette voie ; et les résultats qu'ils obtiennent sont évidemment dignes de la plus grande attention. Le seul tort de quelques-uns est de vouloir trop tôt conclure que les phénomènes naturels sont toujours conformes à ce qu'ils croient pouvoir déduire de leurs expériences et d'édifier sur celles-ci des théories qu'ils défendent avec ardeur et généralisent à l'extrême, jusqu'à ce qu'ils les abandonnent pour d'autres : quitte à les reprendre ensuite quelquefois ; au point qu'il soit difficile de savoir à laquelle ils sont momentanément attachés.

» Il y a plus de 20 ans, me souvenant de ma courte expérience d'explorateur, j'écrivais, dans la *Revue philosophique*, qu'une théorie scientifique doit être seulement regardée « comme la carte provisoire d'un pays peu connu ». Je pense toujours que, sur cette carte, devant guider d'autres recherches, on ne doit point marquer en traits fermes, comme acquisition définitive, ce qui mérite, au plus, un pointillé discret. Et, dans la question ici considérée, lorsque les résultats fournis par les variations expérimentales du milieu extérieur apparaissent aussi sans variation du milieu, on n'est nullement en droit d'affirmer que les conditions expérimentales ont dû se trouver réalisées à l'insu d'un observateur inhabile.

» Pour ne parler que des œufs d'Oursins, on est arrivé, par des variations du milieu : 1° à rendre parthénogénétiques des œufs d'animaux supposés non parthénogénétiques naturels ; 2° à rendre réfractaires à la fécondation normale et accessibles à une hybridation ordinairement

impossible, des œufs que l'on pouvait ensuite ramener à leur condition normale; 3° à produire des monstruosités bien définies et semblant exclusivement dues à l'intervention expérimentale.

» I. J'ai, depuis 4 ans, observé la parthénogenèse naturelle de certains Oursins. Après l'avoir d'abord obstinément niée, on dit maintenant que je me suis mis, sans m'en douter, dans les conditions de la parthénogenèse artificielle; mais on néglige, et pour cause, d'en faire la démonstration. D'autres que moi finiront du reste bien par la voir, comme Lœb a dû se résoudre enfin à ne plus douter de celle des Astéries (*Pflüger's Arch.*, 1903, p. 326). Bataillon vient aussi d'observer (*Comptes rendus de la Société biologique*, 7 mai) que les œufs immatures de *Bufo vulgaris* peuvent subir, sans élévation de la température, les segmentations que l'on déterminait expérimentalement ainsi.

» II. Dans ma Note du 2 mai j'ai annoncé que les œufs de deux Oursins qui s'hybrident ordinairement il est vrai, mais qui, naturellement, répondent au moins aussi bien à la fécondation normale par les ♂ de leur propre espèce, peuvent devenir réfractaires à cette fécondation normale, tout en restant accessibles à l'hybridation. L'influence des variations du milieu ne saurait être invoquée ici, non plus que dans mes observations sur la parthénogenèse naturelle. Elle ne saurait l'être davantage dans les observations que voici, sur des monstruosités bien connues.

» III. La forme anormale connue sous le nom d'*exogastrula* fut obtenue par Herbst au moyen de produits chimiques. Mais il note expressément (*Mitth. de Naples*, Vol. XI, p. 212), que l'action des réactifs est fort inégale sur les œufs d'une seule et même ♀. Driesch, qui obtint cette même forme en portant des gastrulas de 15° à 30°, note de même l'inégalité d'action (*loc. cit.*, p. 222). Celle-ci se constate aussi dans les expériences sur la parthénogenèse et sur l'hybridation artificielles. Elle suffirait, à elle seule, à montrer que les variations du milieu ne sont pas tout.

» S'il est inutile de répéter ce que je disais dans ma dernière Note, il me semble intéressant de faire savoir (les observations de tératogenèse expérimentale que je viens de citer n'ayant porté que sur des œufs fécondés) que la même malformation peut être attribuable soit à l'œuf, soit au sperme, *indépendamment de toute variation de milieu*. Aussi bien, quand il s'agit d'animaux supérieurs, on ne peut songer à attribuer les développements tératologiques exclusivement aux variations du milieu, ou aux conditions particulières où se peut trouver l'embryon. Il faut, dans la plupart des cas, remonter jusqu'aux éléments sexuels; et l'hérédité de certaines malformations prouve qu'elles peuvent dépendre soit du ♂, soit de la ♀.

» Pour en revenir aux œufs d'oursins, j'ai signalé la forme exogastrula dans nombre des tableaux de cultures publiés dans mon Mémoire : *Variations*, etc. (*Ann. Sc. zool.*, 1903). Comme on y trouve (p. 61 et 63) qu'elle apparaît dans des cultures parthénogénétiques, où la plupart des larves sont parfaitement normales, et atteignent l'état de pluteus à grands bras (cult. *Arbacia* J et L), il est évident qu'elles ne sont pas dues à un état particulier du milieu, mais à la nature même des œufs; et que les ♂ n'y sont, en ce cas, pour rien. D'autre part, dans de nombreuses séries que j'ai faites cette année, à une époque où la parthénogenèse ne troublait pas les expériences, avant de mêler les œufs, je prélevais une partie de ceux de chaque ♀ ; et, avant de mêler les spermes, je prélevais aussi une partie de chacun. Un lot d'œufs mélangés était fécondé par le mélange des spermes; d'autres, également mélangés, l'étaient par chacun des ♂ en particulier; enfin, chacune des ♀ en particulier, par le mélange des spermes. Bien entendu, les mélanges étaient faits en proportions égales, de même que les fécondations.

» Le résultat le plus net me fut donné par une culture d'*Arbacia* (8 ♀, 4 ♂). Dans toutes les cuvettes; il y avait des exogastrulas; mais, dans une d'œufs mélangés, fécondés par un seul ♂, on avait une culture *pure* d'exogastrulas, *où pas une larve n'était normale*. J'en ai fait une préparation le huitième jour; elles étaient encore actives le seizième, sans trace de squelette. Un résultat tout à fait semblable fut donné par une culture de *Sphærechinus* (4 ♀, 5 ♂), dont les larves demeurèrent à l'état de *blastula hydropique*, pendant 14 jours, et sans trace de squelette. Cette monstruosité, due très nettement, comme dans le cas précédent, à un ♂ défectueux, se présente aussi chez les parthénogenèses de *Sphærechinus* (voir cult. *Sph.* I, *loc. cit.* p. 35). Elle peut passer à la forme exogastrula, avec laquelle on la trouve souvent mélangée; et peut être produite, comme elle, par une altération chimique du milieu (voir Herbst, *loc. cit.*, pl. IX, *fig.* 4). »

ZOOLOGIE. — *Sur un animal inconnu rencontré en baie d'Along;* Communication de M. **L'Eost**, commandant la canonnière *Décidée*, présentée par M. Giard. (Extrait d'un Rapport à l'amiral de Jonquières.)

« Dans l'après-midi du 25 février 1904, faisant route pour sortir de la baie d'Along, la *Décidée* a rencontré, à la hauteur du rocher la *Noix*, un animal étrange paraissant être de la même espèce que ceux observés dans

les mêmes parages en 1897 et 1898 par M. le lieutenant de vaisseau Lagrésille, à bord de l'*Avalanche* (observations publiées au *Bulletin de la Société zoologique de France*, 1902).

» ... Je vis émerger successivement, par une série d'ondulations verticales, toutes les parties du corps d'un animal, ayant l'apparence d'un serpent aplati, dont j'estimai la longueur à une trentaine de mètres et la plus grande largeur à 4^m ou 5^m.

» ... Le diamètre qu'indiquent les témoins pour la partie la plus large de la tête varie de 40^{cm} à 80^{cm}. Ce diamètre était légèrement supérieur à celui du cou. La tête soufflait deux jets d'eau vaporisée. L'animal s'avançait avec une vitesse propre estimée à 8^n. La longueur du corps fut jugée par deux témoins supérieure à 10^m. Le corps leur a paru à peu près d'égale dimension dans toute sa longueur. Cette appréciation, rapprochée de l'estimation à mon avis beaucoup trop faible de la longueur de l'animal, me fait croire que ces témoins n'ont vu qu'une partie du corps.

» La peau était lisse. Personne n'a vu de nageoires. Les détails de la tête n'ont pas été observés. »

PHYSIOLOGIE VÉGÉTALE. — *De l'extraction complète de l'eau et des gaz de la graine à l'état de vie ralentie*. Note de M. **Paul Becquerel**, présentée par M. Gaston Bonnier.

« Connaissant son action sur le ralentissement de la vie et sur la conservation du pouvoir germinatif, beaucoup de savants se sont déjà occupés de la dessiccation de la graine. M. Jodin (¹), notamment, établit que, avec le vide et l'acide sulfurique, après un temps très long, on pouvait dessécher des graines jusqu'à ce que leur poids soit invariable. Quelques années plus tard, reprenant cette étude, M. Maquenne (²) réalisa le premier, avec le vide de Hittorf, la chaleur et la baryte caustique, l'extraction la plus parfaite que l'on ait pu obtenir de l'eau et des gaz de plusieurs espèces de graines. Le travail que je présente ici s'applique à une question que ces auteurs n'ont pas directement traitée. *C'est celle de savoir si, en se basant uniquement sur l'examen de la perméabilité des diverses parties de la graine, il peut être démontré que l'on puisse retirer la totalité de l'eau et des gaz.* Ce problème est d'une extrême importance pour la biologie végétale, car, s'il est établi d'une manière indiscutable qu'une graine peut être parfaitement privée d'eau et de gaz et que, dans cet état, elle conserve indéfini-

(¹) *Comptes rendus*, t. CXXII, année 1896.
(²) *Comptes rendus*, 26 juin et 21 juillet 1902.

ment son pouvoir germinatif, on aura alors trouvé le moyen de suspendre la vie chez la graine et l'on pourra peut-être placer à l'abri de l'évolution la plupart des espèces qui s'y prêteraient.

» Pour résoudre cette question, m'appuyant sur les résultats que j'ai exposés dans ma dernière Note, j'ai imaginé le dispositif suivant :

» Avec un mastic imperméable composé de cire blanche et de colophane, je fixais la partie de la graine dont je voulais connaître la perméabilité : tégument ou cotylédon; à l'extrémité d'un petit tube de verre qui plongeait dans un ballon de verre hermétiquement clos où se trouvait le mélange gazeux et l'eau à extraire. Ce tube de verre se rendait, après deux coudures à angle droit, dans un autre ballon, où je pouvais réaliser le vide le plus parfait avec une trompe à mercure.

» Les deux ballons de cet appareil, d'une capacité de 100^{cm^3}, possédaient chacun un petit manomètre à mercure qui me rendait compte des pressions de leur atmosphère interne et m'indiquait ainsi le passage des gaz à travers la membrane végétale d'un ballon dans l'autre.

» Pour opérer plus rapidement, je faisais le vide dans le premier ballon avec une machine pneumatique et je l'achevais avec une trompe à mercure. Quand j'avais obtenu dans les deux branches du premier manomètre la plus grande égalité possible des niveaux des deux colonnes de mercure, je fermais hermétiquement le robinet que je lutais avec de la cire Golaz, puis je détachais l'appareil de la trompe et je le mettais en observation.

» J'ai préparé de cette manière quatre petits appareils avec lesquels j'ai réalisé les expériences suivantes, d'abord à la température normale du laboratoire, ensuite aux températures plus élevées d'un bain-marie où était plongé le ballon qui renfermait le mélange gazeux : 1° avec air sec et tégument de pois sec; 2° avec air humide et tégument de pois sec; 3° avec air sec et cotylédon sec; 4° avec air humide et cotylédon sec.

» Voici quels furent les résultats. Avec le premier appareil qui a été mis en observation pendant 8 jours, nous avons constaté, comme nos premières expériences publiées nous le faisaient prévoir, que le tégument desséché était imperméable aux gaz secs; en effet, le manomètre du ballon, où nous avions fait le vide le plus complet, nous indiquait que ce vide n'avait pas varié. Le ballon qui contenait le gaz ayant été mis dans un bain-marie, nous avons vu que ce n'était que vers 50° que le tégument desséché devenait subitement poreux et laissait passer le gaz; si à ce moment l'on refroidissait, le tégument pouvait reprendre son imperméabilité; mais, si l'on dépassait la température de 60°, il la perdait complètement.

» Pour l'air humide, à la température normale du laboratoire, les gaz ont passé dans le premier ballon. Au bout de 2 jours, les manomètres des deux ballons marquaient une pression identique qui n'a pas varié. En faisant tous les jours le vide, on aurait obtenu dans les deux ballons un vide parfait, et, par conséquent, extrait tous les gaz et toute la vapeur d'eau.

» Le ballon qui contenait le reste des gaz, ayant été placé dans le bain-marie à 60°, l'extraction a été très facilitée, car, en une heure nous avons pu accomplir avec la machine pneumatique le vide ordinaire.

» Notre troisième appareil qui avait de l'air sec et un cotylédon de pois desséché, nous donna un résultat inattendu. A la température du laboratoire, nous avons vu que tous les gaz ont passé à travers le cotylédon comme à travers un corps poreux, si bien qu'en un quart d'heure nous avons obtenu l'égalité de pression dans les deux ballons.

» Avec l'air humide et le cotylédon sec de notre quatrième appareil, l'opération s'est faite avec la même facilité que dans le cas précédent.

» De l'ensemble de ces expériences sur la perméabilité des différentes parties de la graine de pois, si l'on veut bien admettre que notre ballon contenant de l'eau et de l'air, fermé par un cotylédon ou un tégument, est comparable à une graine, nous concluons que pour cette graine, à la température de 50° avec le plus haut vide, l'acide sulfurique ou la baryte caustique, nous pouvons extraire, ainsi que le faisaient prévoir les expériences de M. Maquenne, la totalité de l'eau et des gaz.

» Le seul obstacle qui rend pénible cette extraction se rencontre dans le tégument de la graine et dans le reste de l'albumen souvent mucilagineux, qui deviennent de plus en plus imperméables à mesure que s'accentue la dessiccation. Cet obstacle, selon nous, peut être facilement écarté, car nous pensons qu'en opérant, même à la température ordinaire du laboratoire, sur des graines décortiquées ou à tégument et à albumen blessés, on rendra beaucoup moins longue l'extraction totale des gaz et de l'eau. »

PHYSIQUE BIOLOGIQUE. — *Méthode de résonance pour la détermination de la fréquence des oscillations nerveuses.* Note de M. **Augustin Charpentier**, présentée par M. Bouchard.

« La présente méthode s'appuie sur deux ordres de faits : le premier, c'est que l'écran phosphorescent employé pour l'étude des rayons N est activé par les vibrations nerveuses comme par les vibrations sonores; le second, c'est que deux sources de vibrations consonnantes, c'est-à-dire accordées à la même fréquence, renforcent, sans doute par un effet de résonance, leur action sur l'écran.

» Le premier fait résulte de mes expériences précédentes (Notes du 2 et du 9 mai 1904). J'ai pris soin de démontrer directement le second, déjà probable, en prenant deux sources de vibrations, par exemple, un diapason et une corde sonore, réunissant par un fil transmetteur de rayons N (cuivre

ou autre) les points nodaux de ces sources, fixant une tache de sulfure vers l'un de ces points (appui de la corde vibrante) et faisant varier les deux sons pendant l'observation de l'écran phosphorescent : un maximum de luminosité est produit quand les deux sources sont à l'unisson, même quand l'une d'elles vibre assez peu pour ne produire sur l'oreille aucun effet de renforcement appréciable.

» J'ai appliqué ces principes à la détermination directe de la fréquence des oscillations nerveuses.

» On a une source de vibrations dont on peut apprécier et faire varier la fréquence : corde métallique du sonomètre à chevalet mobile, diapason à curseurs réglables, etc. Un fil de cuivre est fixé à l'un des appuis de la corde ou à la base du diapason; l'autre extrémité de ce fil est mis en contact avec un nerf isolé (grenouille); une tache de sulfure est disposée vers l'origine fixe du conducteur ou mieux sur l'appui de la corde. On sait, d'autre part, pour éviter de longs tâtonnements, dans quelle région de l'échelle sonore il faut opérer pour placer la source à l'unisson de la vibration nerveuse, la fréquence de celle-ci étant plus ou moins voisine de 800 par seconde d'après les résultats de plusieurs méthodes différentes.

» Or, quand on fait varier progressivement la hauteur du son rendu par la source, on trouve facilement un maximum d'éclat du sulfure pour une fréquence déterminée, bien plus étroitement limitée que celle obtenue dans les méthodes précédentes. Ainsi, j'avais indiqué une valeur moyenne de la fréquence nerveuse comprise entre 750 et 800, mais avec des écarts pouvant aller de 600 à 1000 dans certaines expériences.

» La méthode actuelle m'a donné jusqu'ici, et sur des nerfs sains, des chiffres compris entre 800 et 860 et ne dépassant pas ces limites. Sur un même nerf et dans les mêmes conditions, on trouve la même note de résonance à un quart de ton près.

» La hauteur du son (compris entre *sol* $\sharp_4$ et *la*$_4$ de Kœnig) peut s'apprécier à l'oreille par comparaison avec un son connu ; elle peut aussi se calculer d'après la longueur de la partie vibrante sur le sonomètre préalablement accordé. J'emploie, de préférence aux autres sources, une corde très fine de mandoline tendue entre deux appuis sur une planchette de 50^{cm}, sans caisse de résonance; un chevalet mobile partage la corde en deux parties vibrantes; celle qui n'est pas utilisée est enveloppée de drap pour étouffer la vibration correspondante.

» Une certaine résonance a lieu encore pour la première octave inférieure, et à un moindre degré pour la 2e octave basse du son en question; il en est de même pour l'octave supérieure, et aussi un peu pour la quinte du même son, ce qui concorde bien avec mes observations précédentes (voir notamment une Note de ma Communication du 9 mai dernier).

» Les maxima de résonance ne se retrouvent plus sur le nerf écrasé, ni sur le nerf coupé et non soumis à des excitations extérieures, ce qui confirme bien qu'il ne s'agit pas de phénomènes artificiels et indépendants de l'oscillation nerveuse.

» Les mêmes phénomènes se produisent sur l'homme vivant, en faisant aboutir à un point de la peau voisin d'un nerf superficiel (poignet, coude) l'extrémité du conducteur relié à la corde métallique ou la tige du diapason. On détermine alors un son de résonance (avec ses harmoniques et sous-harmoniques) compris dans les mêmes limites que précédemment, et variant très peu d'un jour à l'autre sur des sujets sains. Il y aura à poursuivre ces déterminations dans des cas plus nombreux, surtout à l'état pathologique.

» Il est remarquable de voir combien la fréquence nerveuse varie peu entre deux espèces aussi éloignées que la grenouille et l'homme. Cela concorde encore avec ce que j'ai observé avec M. Edmond Meyer chez le chien où la longueur d'onde nerveuse se montrait sensiblement la même que sur la grenouille. (Il y aura à rechercher si cette dernière se comporte de la même façon à des températures plus basses que celles de la période actuelle.)

» J'aurai à revenir sur des faits de résonance plus directs obtenus avec le nerf. »

CHIMIE BIOLOGIQUE. — *Sur le chromogène urinaire dû aux injections sous-cutanées de scatol.* Note de MM. **Ch. Porcher** et **Ch. Hervieux**, présentée par M. A. Chauveau.

« Pour abolir presque entièrement l'excrétion urinaire de l'indoxyle sous forme de sulfoconjugué (indican) le procédé le plus simple consiste à soumettre l'individu, personne ou animal, au régime lacté absolu auquel on peut joindre du petit lait pour rendre ce régime plus efficace encore. Les urines émises ne contiennent alors pour ainsi dire plus de composés indoxyliques et en les traitant par l'isatine chlorhydrique suivant la méthode de Bouma, on obtient des liqueurs chloroformiques dont la teinte rose est excessivement faible sinon parfois négligeable.

» On a donc réalisé ainsi des conditions expérimentales excellentes, et nous ajoutons, indispensables pour juger des effets des injections sous-cutanées, soit d'indol, soit de scatol.

» L'un de nous ayant examiné antérieurement ce que donne l'injection d'indol ([1]), nous allons dans cette Note passer rapidement en revue quelles sont les modifications urinaires provoquées par l'injection sous-cutanée de scatol; dans un Mémoire ultérieur, nous fournirons des données complémentaires qui ne pourraient trouver place ici.

» Nos expériences ont porté sur des chevreaux nourris au biberon depuis leur naissance avec du lait de vache et des chiens qui, après une purgation énergique, ont été mis au régime lacté absolu plusieurs jours avant l'injection; chez tous ces animaux, l'urine, au moment de l'expérience, ne contenait qu'une quantité négligeable, presque nulle, de dérivés indoxyliques.

» Les urines émises après l'injection sous-cutanée de scatol ne contiennent pas de scatol libre, mais elles présentent les propriétés suivantes : additionnées à froid de leur volume d'acide chlorhydrique pur, elles prennent immédiatement une belle coloration rose. La teinte de cette dernière est plus ou moins vive suivant la richesse en chromogène. On peut déjà la faire apparaître 1 heure après l'injection; elle atteint son maximum 18 à 20 heures après celle-ci et s'atténue ensuite petit à petit pour disparaître vers le troisième jour. Il faut des acides forts pour faire naître la coloration, l'acide acétique à froid ne la développe pas; l'acide sulfurique à 10 pour 100 à froid non plus, à moins de chauffer; et encore, dans cette alternative, n'obtient-on qu'une teinte faiblement rosée. L'acide sulfurique, à volumes égaux, n'est pas à recommander, car s'il n'est plus, dans ce cas, nécessaire de chauffer, cet acide fournit par contre des teintes moins pures et souillées de brun. En diminuant les proportions d'acide chlorhydrique, on pourrait arriver à obtenir des teintes aussi vives qu'avec l'emploi, à froid, d'un volume de cet acide égal à celui de l'urine; pour cela il suffirait de chauffer quelques minutes au bain-marie et d'ajouter une trace d'oxydant, une goutte d'eau oxygénée commerciale ou un petit cristal d'un persulfate alcalin. Mais, jusqu'à nouvel ordre nous croyons préférable d'utiliser l'acide chlorhydrique à froid à volumes égaux, sans oxydant, le plus léger excès de ce dernier pouvant amener un commencement de décoloration qu'il serait possible de pousser à fond en en prenant un grand excès.

» La coloration rose passe intégralement et rapidement après quelques agitations douces dans l'alcool amylique, l'acétate d'amyle; elle ne passe pas dans l'éther ordinaire, l'éther de pétrole, le benzène, le sulfure de carbone, pas davantage dans le chloroforme, ce qui la différencie des couleurs indigotiques, bleu ou rouge. C'est sur cette distinction fondamentale qu'on se baserait pour séparer la couleur scatolique que nous étudions des couleurs indigotiques dans une urine qui contiendrait primitivement des chromogènes d'origine indolique (conjugués indoxyliques) et d'origine scatolique.

» L'extrait amylique lavé à la soude perd sa coloration qui réapparaît par addition d'acide chlorhydrique. Il semble donc que le scatol se soit éliminé sous la forme d'un chromogène salin dont les acides forts ont mis l'acide coloré en liberté.

([1]) *Journal de Physiologie et de Pathologie générale*, mai 1904, p. 426.

» Les réducteurs décolorent l'extrait amylique et la coloration réapparaît sous l'action d'un oxydant; mais l'inverse ne peut être observé et un grand excès d'oxydant en milieu chlorhydrique détruit la couleur qui ne peut être régénérée par l'emploi des réducteurs.

» La défécation par l'acétate neutre de plomb n'entraîne pas le chromogène d'origine scatolique, mais il n'en est pas de même avec les autres procédés de défécation. Ce chromogène est précipité à fond par l'azotate mercurique et presque totalement par l'acétate basique de plomb.

» Pendant toute la durée de l'excrétion urinaire du scatol sous la forme du chromogène dont nous venons d'examiner quelques propriétés, nous n'avons jamais pu saisir une élimination simultanée d'indican qui puisse lui être imputable; une première conclusion s'impose à savoir que l'injection de scatol ne fournit pas d'indican.

» Si maintenant on compare avec attention et esprit critique les propriétés de la matière colorante qui fait l'objet de cette Note, avec celles décrites sous les noms d'*uroroséine* (Nencki et Sieber, Rodin), de *purpurine* (Golding Bird), d'*urohématine* (Harley), avec la *couleur de Giacosa* et la matière colorante trouvée par Otto dans l'urine (Skatolfarbstoff), on reconnaît qu'elles sont identiques. Il en est de même, pour nous, avec les couleurs signalées par Brieger, Mester, après injection et ingestion de scatol chez le lapin et le chien. Mais s'il est des différences qu'on puisse signaler entre les résultats de ces derniers et les nôtres on s'aperçoit, après analyse, qu'elles proviennent de ce que ces auteurs, ne s'étant pas placés dans les conditions expérimentales rigoureuses où nous avons été nous-mêmes, n'avaient pas le droit de rapporter uniquement au scatol la matière colorante qu'ils avaient trouvée; leurs recherches ne pouvaient être qu'entachées d'erreur par la présence forcée dans l'urine de composés indoxyliques dont ils ne s'étaient pas débarrassés par un régime approprié.

» Comme Maillard l'a fait si judicieusement pour les couleurs d'origine indolique qu'il a su rapporter à un seul radical, l'indoxyle, il y a également lieu de faire, croyons-nous, un tassement sur l'ensemble des couleurs trouvées par Nencki et Sieber, Golding Bird, Harley, Giacosa, Otto. Pour nous, toutes ces substances dérivent du scatol formé dans l'intestin puis résorbé, comme les composés indoxyliques dérivent tous de l'indol.

» Il reste à étudier de plus près la nature chimique du chromogène d'origine scatolique tel qu'il existe dans l'urine avant tout traitement de celle-ci. »

CHIMIE BIOLOGIQUE. — *Action des sels des métaux alcalins sur la substance vivante.* Note de M. **N.-C. Paulesco**, présentée par M. Armand Gautier.

« *Y a-t-il une relation entre les poids moléculaires des sels des métaux alcalins et les doses de ces sels capables de produire un même effet* (empêcher la formation de CO^2) *quand ils sont placés en contact intime avec une même quantité de la substance d'un être vivant monocellulaire* (levure de bière, par exemple)?

» Tel est le problème dont nous avons recherché une solution précise.

» A l'aide d'une technique dont on trouvera ailleurs la description détaillée (¹), nous avons obtenu les résultats suivants :

» *Résultats.* — Les *doses limites* des sels des métaux alcalins, c'est-à-dire *les quantités minima de ces sels qui, agissant sur une même quantité de levure de bière, dans les conditions de nos expériences* (voir plus bas), *empêchent la production de* CO^2, sont les suivantes :

AzH^4Cl	0g,9	$NaCl$	1g
AzH^4AzO^3	1,4	$NaBr$	1,8
$(AzH^4)^2SO^4$	2,2	$NaAzO^3$	1,5
$AzH^4PO^4H^2$	2,3	$NaClO^3$	1,8
$(AzH^4)^2PO^4H$	2,5	Na^2SO^4 (²)	
		$NaPO^4H^2+H^2O = 2^g,75 - 0,358(H^2O)$.	2,39
KCl	1,4	$RbCl$	2,3
KBr	2,1	$RbAzO^3$	2,9
$KAzO^3$	1,9		
$KClO^3$ (²)	»		
K^2SO^4 (²)	»		
KPO^4H^2 (²)	»		
K^2PO^4H (²)	»		

» Ces doses étaient dissoutes dans 10^{cm^3} d'eau distillée. Elles sont *cent fois plus grandes* pour 1^l d'eau distillée.

» Ces chiffres prennent une signification remarquable si on les compare aux poids *moléculaires* des sels respectifs. En effet, si l'on divise le poids

(¹) *Journal de Physiologie et de Pathologie générale.* Paris, 1904.

(²) Les solutions saturées de ces sels n'empêchent pas la production de CO^2.

moléculaire de NaCl(58,5) par la dose limite (100) de ce sel, pour un litre on obtient, comme quotient, le nombre 0,585. En faisant le même calcul pour les autres sels, on obtient, comme quotient, des nombres peu différents de 0,55.

$AzH^4Cl = \frac{53,5}{90} = 0,59$	$NaBr = \frac{103}{180} = 0,57$
$NaCl = \frac{58,5}{100} = 0,585$	$KBr = \frac{119}{210} = 0,56$
$KCl = \frac{74,5}{140} = 0,53$	$NaClO^3 = \frac{106,5}{180} = 0,59$
$RbCl = \frac{120,9}{230} = 0,52$	$(AzH^4)^2SO^4 = \frac{132}{220} = 0,60$
$AzH^4AzO^3 = \frac{80}{140} = 0,57$	$AzH^4PO^4H^2 = \frac{115}{230} = 0,50$
$NaAzO^3 = \frac{85}{150} = 0,56$	$(AzH^4)^2PO^4H = \frac{132}{250} = 0,52$
$KAzO^3 = \frac{101}{190} = 0,53$	$NaPO^4H^2 = \frac{120}{239} = 0,50$
$RbAzO^3 = \frac{147,4}{290} = 0,5$	

» CONCLUSIONS. — *Les doses limites des sels des métaux alcalins,* que nous venons d'étudier, c'est-à-dire *les quantités minima de ces sels qui, agissant sur une même quantité de levure de bière dans les conditions de nos expériences, produisent un même effet* (empêchement de la production de CO^2), *sont à peu près égales aux poids moléculaires de ces sels divisés par* 0,55 (ou multipliés par 1,75).

» En d'autres termes, *ces doses limites sont proportionnelles aux poids moléculaires.*

» Si l'on groupe ensemble les sels qui ont un même radical acide, on voit que la valeur du quotient 0,55 diminue progressivement à mesure que le poids moléculaire des sels respectifs augmente, et inversement.

» Par conséquent, les doses limites ne sont pas *absolument* proportionnelles aux poids moléculaires : elles sont légèrement inférieures aux poids moléculaires pour les sels à poids moléculaire relativement faible; elles sont légèrement supérieures aux poids moléculaires pour les sels à poids moléculaire relativement élevé.

» Nous avons étudié également l'action, sur la levure de bière, des sels suivants :

» Chlorure et azotate de lithium; chlorure et azotate de césium; iodures d'ammonium, de sodium, de potassium; phosphates tribasiques d'ammonium, de sodium, de potassium; phosphate bibasique de sodium.

» Les résultats obtenus avec ces sels ne concordent pas avec ceux qui sont rapportés plus haut. »

PHYSIOLOGIE. — *Sur le problème du travail dit* statique : *paradoxes hydrodynamique et électrodynamique.* Note de M. Ernest Solvay, présentée par M. Giard.

« Une observation figurant en renvoi dans une Communication de M. Eugène Lebert « Énergie en jeu dans les actions statiques » (*Comptes rendus,* 13 juin 1904) me fait voir que je n'ai pas été assez explicite en exposant dans ma Note précédente (*Comptes rendus,* 24 mai 1904) ce que j'ai appelé les *paradoxes hydrodynamique* et *électrodynamique.*

» Il faut évidemment, pour justifier ma conclusion, envisager, ainsi que je l'ai fait, la conduite hydraulique formant le serpentin, d'une part, et le circuit électrique formant les électro-aimants, de l'autre, abstraction faite de toute résistance et à l'état de régime, ou bien, en tenant compte de la résistance, considérer une conduite hydraulique, de longueur donnée suffisamment grande, dont des fractions successives seraient enroulées de manière à former les spires en nombre croissant d'un serpentin; ou un conducteur électrique, de longueur donnée suffisamment grande, dont des portions seraient successivement employées à former la série des électro-aimants que j'ai considérée. Dans ces conditions, la résistance demeurant invariable dans les deux cas, une sustentation que l'on peut considérer comme indéfinie est évidemment obtenue par la mise en jeu d'une puissance invariable.

» Je suis au surplus tout à fait d'accord avec M. Eugène Lebert lorsqu'il constate que, *dans certains cas, l'énergie ou la puissance peut être proportionnelle aux actions statiques qui en dérivent,* et lorsqu'il dit que l'essentiel est de bien définir les conditions de l'expérience pour qu'il en soit ainsi.

» C'est précisément ces points que ma Note du 24 mai 1904, publiée à propos des travaux récents de M. Charles Henry et de Mlle Joteyko (*Comptes rendus,* 26 décembre 1903 et 11 avril 1904), avait pour but de mettre en évidence. »

PHYSIOLOGIE. — *Sur les lois des travaux dits* statiques *du muscle.* Note de M. CH. HENRY.

« Dans sa Note du 24 mai (*Comptes rendus*, p. 1261), M. Ernest Solvay montre, à propos de recherches expérimentales et théoriques poursuivies à son laboratoire d'énergétique, qu'il n'y a pas de relation générale possible entre un travail dit *statique* et l'énergie mise en jeu. En effet, un rapport entre l'énergie (ML^2T^{-2}) et le travail statique (MLT^{-1}) peut, par une infinité d'expressions, satisfaire à l'exigence des dimensions d'une vitesse (LT^{-1}).

» La relation linéaire trouvée entre ces deux quantités pour le muscle et pour le jet d'eau de vitesse constante, sustentateur d'une masse, ne subsiste plus si, au lieu de considérer pour le jet un débit, on envisage un flux de particules discrètes. On peut, dans ce cas, poser pour la quantité M de matière $M = Nt$ et, non plus, $M = Nvt$ (1); il vient alors pour la pression moyenne Φ exercée sur la masse

$$\Phi = 2vN,$$

et, comme $W = \frac{1}{2}Mv^2$, on obtient, au bout du temps constant t, une relation quadratique

$$W = \frac{\Phi^2 t}{8N} = \alpha\Phi^2 t = \frac{\alpha}{t}\mathfrak{T}_s^2 = \gamma\mathfrak{T}_s^2,$$

au lieu de la relation linéaire

$$W = \beta\mathfrak{T}_s.$$

» Si l'on considère un ressort déformé par une force $-Mg$, on trouve encore une relation quadratique $W = \frac{2\mathfrak{T}_s^2}{k^2\theta^2}$ entre l'énergie de déformation W et le travail statique $\mathfrak{T}_s = \Phi_{moyen}\theta$, θ étant le temps au bout duquel la déformation maxima est atteinte, k^2 étant le coefficient d'élasticité (2).

» Si l'on considère l'action d'un champ magnétique produit par un solénoïde, de section S, traversé par un courant d'intensité i sur une masse magnétique μ placée au centre d'une de ses faces, le moment magnétique du solénoïde est $M = Sni = l\Phi$,

---

(1) Cf. *Comptes rendus*, 11 avril 1904, p. 919.

(2) J'avais été conduit (*Comptes rendus*, 5 janvier 1903) à une relation différente par une détermination approchée de θ en fonction de la vitesse de déformation. J'ai déduit de cette détermination une relation entre le travail statique et la dépense, qui n'est pas plus vérifiée pour le muscle que l'expression rigoureuse ci-dessus, et des conséquences, dont la concordance avec certains résultats de M. Chauveau ne peut donc être qu'une coïncidence fortuite.

n étant le nombre de spires, Φ l'intensité d'aimantation, l la longueur du solénoïde; son action $F = \Phi\mu = Ki$; la dépense d'énergie pendant dt est $dW = Ri^2\,dt = K'F^2\,dt$; d'où $W = K'\int F^2\,dt$ et $\mathfrak{T}_s = \int F\,dt$. Il n'y a proportionnalité entre W et $\mathfrak{T}_s$ que si F est constant; autrement, la relation dépend évidemment de $F = f(t)$ et, pour la déterminer, il faut connaître $F = f(t)$.

» Je cite ces quelques exemples, car ils démontrent bien le caractère topique, remarquable en l'espèce, de la conception du jet de M. Ernest Solvay et aussi parce qu'il ne nous semble pas que l'énoncé du problème du travail statique soit toujours bien compris. Ainsi, M. E. Lebert (*Comptes rendus,* 13 juin 1904, p. 1481), en vue d'éclairer les recherches de M. Chauveau, cherche des relations de proportionnalité entre le travail et la puissance, d'une part, et la force, d'autre part; mais la force (MLT^{-2}) n'a pas les dimensions du travail statique, qui a les dimensions d'une quantité de mouvement, et c'est bien le travail statique que M. Chauveau considère, en mesurant des dépenses d'énergie dans le cas de charges soutenues par l'avant-bras pendant des temps déterminés.

» Il n'y a pas, d'ailleurs, de relation de proportionnalité entre les dépenses et les charges soutenues pendant un même temps, ainsi que l'écrit cet illustre physiologiste (*Comptes rendus,* 13 juin, p. 1467) (1) et ainsi qu'il est indiqué dans divers ouvrages classiques de Physiologie (Laulanié, p. 711; Morat et Doyon, t. I, p. 327). Si l'on porte en ordonnées les dépenses mesurées par les volumes de O^2 absorbés (à la température des expériences), en abscisses, les poids, d'après les Tableaux des moyennes des deux groupes d'expériences de M. Chauveau (*Comptes rendus,* 13 juin, p. 1468 et p. 1470), on obtient deux paraboles ayant respectivement pour équations :

$$y = 4{,}50\,x^2 + 30{,}7\,x + 266{,}6, \tag{1}$$
$$y = 3{,}35\,x^2 + 24{,}5\,x + 290{,}7. \tag{2}$$

» Les grandeurs relatives des coefficients des termes en x^2 et en x ne laissent aucun doute sur la nature parabolique de ces fonctions.

» Il n'est pas davantage possible de tirer actuellement des belles recherches de M. Chauveau aucune relation entre le travail statique et l'énergie mise en jeu. La dépense $\mathfrak{D}$ est une fonction de deux variables, la

(1) M. Chauveau (*Comptes rendus,* 20 juin, p. 1561) remarque que la dépense croît à peu près comme les charges, quoique avec un peu plus de vitesse.

charge et le temps; on peut la représenter par une surface; c'est cette surface $\mathcal{Q} = f(p, t)$ qu'il faudrait déterminer. Or les expériences de M. Chauveau ne permettent guère de déterminer que la section de cette surface par le plan parallèle au plan des p passant par $t = 3$ minutes. Cette section est une parabole; il faudrait avoir un grand nombre de ces sections pour des valeurs de t croissantes.

» Autre difficulté : M. Chauveau considère en réalité des différences de dépense en fonction de différences de charges; les mesures des charges ne sont pas absolues; il faudrait ajouter à chacune d'elles le poids de l'avant-bras ($0^{kg},8$ environ), rien ne démontrant *a priori* que $\mathcal{Q}$ n'est pas une fonction de la valeur absolue de O^2 et des charges.

» M. Chauveau a énoncé avec réserves la proportionnalité de l'échauffement au raccourcissement pour une charge donnée. Cette proportionnalité ressort très mal, en effet, des observations brutes; mais elle devient presque parfaite si, admettant la loi parabolique ci-dessus de variation de l'échauffement en fonction de la charge, on compte, comme il est correct, les angles à partir du bas et non à partir de l'horizon, et si l'on ramène les variations de températures à ce qu'elles seraient si le moment du poids par rapport à l'articulation de l'avant-bras sur le bras restait constant.

» Réciproquement, M. Chauveau énonce une loi de proportionnalité de l'échauffement au travail W, loi qui semble vérifiée par l'expérience, si l'on tient compte uniquement des poids soulevés; mais cette proportionnalité s'évanouit si, remarquant que le travail est donné par la formule

$$W = l \sin\frac{\alpha_1 - \alpha_0}{2} \cos\frac{\alpha_1 + \alpha_0}{2}(2P + p)$$

[l étant la longueur de l'avant-bras ($0^m,275$ environ), α_1 et α_0 les angles extrêmes que fait l'avant-bras avec la verticale, P la charge soulevée, p le poids de l'avant-bras : $0^{kg},84$], on calcule les rapports $\frac{\theta_1 - \theta_0}{W}$ et $\frac{\theta_1 - \theta_0}{P}$, $\theta_1 - \theta_0$ étant la variation de température :

P.	$\theta - \theta_0$.	$\frac{\theta - \theta_0}{P}$.	$\frac{\theta - \theta_0}{W}$.
1	0,052	0,052	1,36
3	0,147	0,049	1,59
5	0,238	0,048	1,63

» Le rapport $\frac{\theta - \theta_0}{W}$ ne saurait être assimilé à une constante.

» Ces exemples, qu'il serait possible de multiplier, montrent combien il

est imprudent d'échafauder des calculs théoriques sur les données courantes de l'énergétique musculaire. »

PHYSIOLOGIE PATHOLOGIQUE. — *Sur l'action toxique des Vers intestinaux.* Note de MM. **L. Jammes** et **H. Mandoul**, présentée par M. Giard.

« Différents auteurs (Chanson, Von Linstow, Tauchon, Schaumann et Talquist, Nuttal, Messineo et Calamida, etc.) ont attribué, dans ces dernières années, une partie des troubles que provoquent, sur leurs hôtes, les Vers intestinaux à l'action de substances toxiques sécrétées par ces derniers. Les expériences sur lesquelles se basent ces auteurs n'ont pas donné, toutefois, des résultats entraînant la certitude et récemment, Cao, Jammes, Bézy, Ricardo Lynch, etc. ont déclaré, en se basant sur les faits cliniques ou sur l'expérimentation, n'avoir pu constater les effets toxiques signalés par leurs devanciers.

» Nous avons institué de nouvelles recherches en vue de préciser cette question si controversée des toxines helminthiques. Nos résultats sont fournis par l'observation de nombreux sujets parasités et par des études expérimentales.

» *Observations.* — Ces dernières portent sur l'ensemble des enfants traités au dispensaire de Toulouse depuis sa création (décembre 1890) et sur de nombreux animaux. Les observations faites au dispensaire montrent que, malgré la quantité relativement élevée des enfants hébergeant des Vers intestinaux, les troubles qui peuvent être rapportés à l'action de ces derniers sont très rares (environ 2 pour 100 des enfants parasités). De même l'examen des animaux (chevaux, bœufs, veaux, moutons présentés à l'abattoir, chiens) montre que la présence très fréquente de Vers dans leur intestin n'altère en rien leur santé. Une action toxique des Vers intestinaux est difficilement conciliable avec ces données.

» *Expériences.* — Nos expériences se composent d'inoculations faites avec des sucs de parasites sur divers animaux et d'auto-ingestions pratiquées par l'un des auteurs.

» *a.* Les sucs injectés proviennent de la trituration des corps des *Tænia inermis, expansa* et *serrata,* des *Ascaris vituli* et *megalocephala.* Certains de ces helminthes ont été broyés au sortir de l'intestin de l'hôte, alors qu'ils étaient encore en pleine vitalité et sous l'influence des conditions de vie normale; les autres ont été soumis, au préalable, en prévision du cas où leur toxicité se manifesterait, surtout dans des conditions anormales, à l'action plus ou moins prolongée de divers agents : sérum artificiel, eau distillée à des températures variables, irritation des téguments par des agents thermiques. Les sucs n'ont été que peu ou point dilués et stérilisés par filtration sur bougie ou, afin d'éviter les inconvénients qu'offre ce premier mode opératoire (rétention dans le filtre de certaines toxalbumines), par la pasteurisation (52°). Les injec-

tions ont été pratiquées sur des chiens, des cobayes, des lapins et des pigeons. Enfin, les voies sous-cutanée, intra-péritonéale, intra-veineuse, intra-rachidienne et intra-crânienne ont été utilisées. Des ensemencements témoins sur bouillon ont été faits chaque fois. Nous n'avons pu, au cours de ces expériences, dont le nombre total s'élève à quarante-trois, pour des raisons d'ordre matériel, injecter, chaque fois, les sucs des parasites sur des sujets de la même espèce que les hôtes naturels de ceux-ci (cheval, bœuf, veau, mouton). Cela n'a été possible que pour le chien.

» En aucune circonstance nous n'avons pu observer le moindre signe d'intoxication.

» *b*. Afin de rechercher encore les troubles que l'observation directe des hôtes et l'expérimentation sur les animaux n'ont pu mettre en évidence, l'un de nous, M. Jammes, a absorbé, à plusieurs reprises, des œufs d'helminthes vivant dans le tube digestif de l'homme (*Ascaris lumbricoïdes* et *Oxyurus vermicularis*). Six ingestions ont abouti au développement d'adultes de ces deux espèces, mais, à nul moment, des phénomènes attribuables à une action toxique n'ont pu être observés.

» De ces recherches, que nous nous proposons d'exposer en détail dans un prochain Mémoire, découlent les conclusions suivantes :

» 1° La production exceptionnelle de troubles chez les hôtes de Vers intestinaux vulgaires et l'innocuité des liquides extraits du corps de ces derniers tendent à démontrer que les manifestations morbides observées sur les hôtes ne peuvent être rapportées à des propriétés toxiques, habituelles, des Vers qu'ils hébergent.

» 2° Il semble plus rationnel de rattacher les troubles à des actions d'ordre essentiellement mécanique. Celles-ci sont suffisantes pour expliquer les phénomènes observés. Les irritations causées par les Vers sur la muqueuse intestinale peuvent être, en effet, le point de départ de désordres nombreux; la symptomatologie de ces derniers ne différant d'ailleurs en rien de celle des troubles digestifs ordinaires. L'aspect des accidents revêt les formes les plus variées et se présente avec des intensités très différentes en rapport, d'une part, avec l'action du parasite : nombre, siège, mode de nutrition, déplacements, etc., d'autre part, avec la nature du terrain : degré de sensibilité des hôtes.

» A ces causes mécaniques essentielles peut s'ajouter, pour les *Ascaris*, l'action de la substance volatile, irritante dont les effets sur les muqueuses (conjonctive, pituitaire) ont été souvent signalés. Cette substance agit, peut-être, aussi, sur la muqueuse intestinale; mais, s'il en est ainsi, elle a un rôle qui reste inappréciable dans la grande majorité des cas et son action est très localisée.

» Les Vers intestinaux doivent, en somme, être considérés non comme la cause efficiente des troubles qui coïncident parfois avec leur présence, mais comme des agents provocateurs, à rôle indirect, pouvant devenir,

dans certaines conditions, la cause occasionnelle de manifestations morbides variées. »

MÉTÉOROLOGIE. — *Observations de la station franco-scandinave de sondages aériens à Hald.* Note de M. L. TEISSERENC DE BORT, présentée par M. E. Mascart.

« J'ai l'honneur de présenter à l'Académie la publication contenant l'ensemble des observations recueillies à Hald, près Viborg (Danemark), par notre mission franco-scandinave de sondages aériens.

» Ces observations, prises dans l'air libre, à l'aide de cerfs-volants, de ballons-sondes, s'étendent de fin juillet 1902 à mai 1903 ([1]).

» Pendant d'assez longues périodes, on a maintenu les cerfs-volants en l'air d'une façon continue. La plus longue série a été de 26 heures 30 minutes, les 5 et 6 mars.

» Le choix des environs de Viborg a été déterminé par cette raison qu'un grand nombre de dépressions se croisent sur le Jutland danois, ainsi que les cartes dressées à cet effet par l'Institut météorologique de Copenhague l'ont fait voir.

» La station était installée au milieu d'un vaste terrain de bruyères parfaitement découvert qu'un grand propriétaire, M. Jagdemeister Krabbe, a bien voulu mettre à notre disposition. Un abri pouvant s'orienter dans toutes les directions, et analogue à celui de Trappes, renfermait le treuil électrique des cerfs-volants, et portait à son sommet un anémomètre enregistreur.

» Outre les observations météorologiques proprement dites, des séries de détermination de l'intensité de l'insolation ont été faites au moyen du pyrhéliomètre d'Angstrom, par MM. Holm et Jansson, nos collaborateurs suédois. Le maximum d'insolation, 1 p. c. 314, a été observé en juillet.

» Sans entrer ici dans la discussion des observations météorologiques recueillies, je signalerai quelques points particuliers.

» Les dépressions barométriques, de faible rayon, qui passent sur le Jutland s'annoncent ordinairement par un retour du vent inférieur au sud, ce mouvement se produisant sans que les courants supérieurs en soient affectés. La rotation du vent commence ainsi par en bas pour se montrer ensuite dans la région des cumulus et des alto-cumulus.

([1]) Notre mission a reçu d'importants subsides de la Suède et du Danemark, et MM. Hildebrandsson, directeur de l'observatoire météorologique de l'Université d'Upsal, et Paulsen, directeur de l'Institut météorologique danois, nous ont prêté le concours le plus dévoué dont nous ne saurions trop les remercier.

» Les températures indiquées par les ballons-sondes ne sont pas notablement plus basses dans la mauvaise saison que celles que l'on observe dans les environs de Paris; mais nous devons signaler la décroissance de température très grande (0,9 pour 100m) indiquée par le ballon du 15 mars 1903 qui, à une altitude de 4400m, trouvait une température de — 38° alors qu'un ballon, lancé le même jour des environs de Paris, indiquait seulement — 17°. L'avant-veille, à la même hauteur, la température était voisine de — 16° à Paris et à Hald. Les températures au sol n'ont varié entre ces deux jours que de 2° pendant qu'elles se sont abaissées de plus de 22° dans l'atmosphère. C'est un exemple frappant de ce fait reconnu depuis peu que la variabilité du climat est plus grande à une certaine hauteur dans l'atmosphère que près du sol.

» Les observations par cerfs-volants ont permis de constater que, dans un grand nombre de cas, même avec des pressions assez basses, les vents de sud-ouest à nord-ouest diminuent de vitesse à une certaine altitude au-dessus du sol; tantôt l'affaiblissement a été graduel à mesure que l'altitude augmentait, tantôt le vent restait assez fort, s'accroissait même dans certaines zones, surtout au voisinage de la couche de nuages, pour diminuer brusquement au-dessus, au point que les cerfs-volants dans leur mouvement ascensionnel étaient arrêtés par une couche de vent faible comme par un plafond invisible.

» En observant la variation de la vitesse dans le temps, on a pu constater à plusieurs reprises qu'à un accroissement de vent notable menaçant de rompre la ligne de retenue des cerfs-volants succède une accalmie assez marquée pour que les cerfs-volants ne puissent plus se soutenir et tombent sur le sol, avec toute la ligne, d'une hauteur de plus de 1000m.

» Ces faits, et d'autres, observés par nous, à Trappes et sur la Méditerranée, prouvent combien il serait illusoire de raisonner sur les phénomènes de l'atmosphère comme s'ils étaient continus dans le temps et dans l'espace; les cas qui se rapprochent d'un régime permanent sont au contraire rares et limités à certaines situations atmosphériques. »

A 4 heures un quart l'Académie se forme en Comité secret.

La séance est levée à 4 heures trois quarts.

G. D.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

Ouvrages reçus dans la séance du 13 juin 1904.

(Suite.)

Relazione tra le facole e le protuberanze solari; Nota 1ª del Dottor E. Tringali. (Extr. de *Memorie della Societa degli Spettroscopisti italiani,* Vol. XXXI, année 1902.) Catane, s. d.; 1 fasc. in-4°.

Catalogo di 412 stelle fra 49°52′ e 54°51′ (1900,0) osservate al cerchio meridiano salmoiraghi e ridotte a 1900,0, per E. Millosevich e E. Tringali. Catane, 1904; 1 fasc. in-4°.

Sui danni prodotti alle piante dal ghiacciato dei giorni 19 *e* 20 *aprile* 1903; breve Nota di N. Passerini. (Extr. de *Bulletino della Societa botanica italiana.*) 1 fasc. in-8°.

Sulla produttivita del grano a differenti latitudini, per Napoleone Passerini. Florence, 1904; 1 fasc. in-8°.

Analisi di campione di guano di pesci di Norvegia, per N. Passerini. Florence, 1904; 1 fasc. in-8°.

Influenza della irrigazione ortiva sulla composizione del mosto e sopra la produzione delle viti, per N. Passerini. Florence, 1904; 1 fasc. in-8°.

A general view of the genus Pinus, by Maxwell T. Masters. (Extr. de *Linnean Society's Journal Botany,* Vol. XXXV.) 1 fasc. in-8°.

The Menominee iron-bearing district of Michigan, by William Shirley Bayley. (United States geological Survey : *Monographs,* XLVI.) Washington, 1904; 1 vol. in-4°.

Ouvrages reçus dans la séance du 20 juin 1904.

Leçons sur la propagation des ondes et les équations de l'Hydrodynamique, par Jacques Hadamard. Paris, A. Hermann, 1903; 1 vol. in-8°. (Présenté par M. Maurice Levy.)

Ponts et Chaussées, Service hydrométrique du Bassin de la Seine. *Observations sur les cours d'eau et la pluie, centralisées pendant l'année* 1902, sous la direction de M. Salva, Inspecteur général, par MM. F. Launay, Ingénieur en chef et E. Maillet, Ingénieur ordinaire. 1 fasc. in-f°.

La grotte de Meyrannes (Gard), époque néolithique et époque du Bronze, par F. Mazauric, G. Mingaud et L. Vedel. Nîmes, 1904; 1 fasc. in-8°. (Hommage des auteurs.)

Acide chlorophyllique, par A. Guillemare; 2e fascicule (suite et fin). Brive, imp. Roche, 1904; 1 fasc. in-4°. (Hommage de l'auteur.)

Société de Médecine légale de France. Bulletin; T. XVII. Clermont (Oise), 1901-1902; 1 vol. in-8°.

Nature intime de l'Électricité, du Magnétisme et des Radiations, par A. BERYDEL. Bruxelles-Paris, 1904; 1 fasc. in-8°. (Hommage de l'auteur.)

Sulle varie ipotesi intese a spiegare l'effetto Pouillet, per TITO MARTINI. Venise, 1904; 1 fasc. in-8°. (Hommage de l'auteur.)

Geological literature added to the Geological Society's Library during the year ended december 31st, 1903. Londres, 1904; 1 vol. in-8°.

Subject list of works on Electricity, Magnetism and Electro-technics, in the Library of the Patent Office. Patent Office Library series, n° 14. Bibliographical series, n° 11. Londres, 1904; 1 vol. in-12.

Yearbook of the United States department of Agriculture, 1903. Washington, 1904; 1 vol. in-8°.

Tripang en tripangvisscheriji in Nederlandsch-Indie, door J.-C. KONINGSBERGER, met 9 platen. (*Medeelingen 'Slands Plantentuin,* LXXI.) Batavia, 1904; 1 fasc. in-8°.

Memoirs of the College of Science and Engineering Kyoto Imperial University; Vol. I, n° 1. Kyoto, 1903; 4 fasc. in-8°.

Anales del Museo nacional de Montevideo; série II, entrega 1. *Nueva contribucion para el conocimiento de la flora del Uruguay,* por el Prof. J. ARECHAVALETA : *Ocho especies nuevas del orden de las Compuestas.* Montevideo, 1904; 1 fasc. in-8°.

American chemical Journal, edited by IRA REMSEN, President of the « Johns Hopkins University »; Vol. XXIX, n° 3-6; Vol. XXX, nos 1-5. Baltimore, 1903; 9 fasc. in-8°.

The Technology quarterly and proceedings of the Society of Arts, edited by ROBERT-P. BIGELOW; Vol. XVII, n° 1, march 1904. Boston, « Massachusetts Institute of Technology »; 1 fasc. in-4°.

Observations publiées par l'Institut météorologique central de la Société des Sciences de Finlande; Vol. XVI, XVII : *Observations météorologiques faites à Helsingfors en* 1897, 1898. — *État des glaces et des neiges en Finlande pendant l'hiver* 1892-1893, exposé par AXEL HEINRICHS. Helsingfors, 1904; 3 fasc. in-f°.

Bulletins du Comité géologique; Vol. XXII, nos 1-4, 1903. Saint-Pétersbourg; 1 fasc. in-8°.

Mémoires du Comité géologique; Vol. XIII, n° 4; Vol. XV, n° 1; Vol. XIX, n° 2. Nouvelle série : livraisons 5-9, 12. Saint-Pétersbourg, Leipzig, Paris, 1903; 9 fasc. in-4°.

ERRATA.

(Séance du 20 juin 1904.)

Note de M. *Léon Guillet*, Nouvelles recherches sur la cémentation des aciers au carbone et des aciers spéciaux :

Page 1601, ligne 4, *au lieu de* $C + CO^3 + Ba$, *lisez* $C + CO^3Ba$.

Même page, ligne 2 après le Tableau, *au lieu de* Ce sont justement les aciers, *lisez* Ce sont justement les corps.

Note de Mlle *Ch. Philoche*, Études sur l'action de la maltase. Constance du ferment. Influence des produits de la réaction :

Page 1635, dans la première série, *au lieu de*

{ Maltose 4 pour 100, Glucose 2 pour 100, } *lisez* Maltose 4 pour 100.

Dans la deuxième série, *au lieu de*

{ Maltose 2 pour 100, Glucose 4 pour 100, } *lisez* { Maltose 4 pour 100. Glucose 2 pour 100.

FIN DU TOME CENT TRENTE-HUITIÈME.

TABLES

DES COMPTES RENDUS

DES SÉANCES

DE

L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

PREMIER SEMESTRE 1904.

TOME CXXXVIII.

COMPTES RENDUS

DES SÉANCES DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

TABLES ALPHABÉTIQUES.

JANVIER — JUIN 1904.

TABLE DES MATIÈRES DU TOME CXXXVIII.

A

ASTRONOMIE.

B

BACTÉRIOLOGIE.

BIOLOGIE.

BOTANIQUE.

C

CHIMIE ANALYTIQUE.

CHIMIE INORGANIQUE.

CHIMIE ORGANIQUE.

CHIMIE PHYSIOLOGIQUE.

CHIMIE PHYSIQUE.

CHIMIE VÉGÉTALE.

D

E

ÉLECTRICITÉ.

F

G

GÉOLOGIE.

H

I

MÉCANIQUE.

MINÉRALOGIE, PÉTROGRAPHIE, CRISTALLOGRAPHIE.

N

P

PHYSIOLOGIE.

PHYSIQUE.

R

S

T

U

V

Z

ZOOLOGIE.

TABLE DES AUTEURS.

A

B

C

D

E

F

G

H

I

J

K

L

M

N

O

P

R

S

T

U

V

W

Z

GAUTHIER-VILLARS, IMPRIMEUR-LIBRAIRE DES COMPTES RENDUS DES SÉANCES DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.
34559 Paris. — Quai des Grands-Augustins, 55.